



GalCon 2010 : une approche collaborative dédiée à la modélisation et à la réutilisation de la mémoire l'entreprise

Karim El Idrissi

► To cite this version:

Karim El Idrissi. GalCon 2010 : une approche collaborative dédiée à la modélisation et à la réutilisation de la mémoire l'entreprise. Sciences cognitives. business school Lausanne, 2013. Français. NNT : . tel-01175748

HAL Id: tel-01175748

<https://hal.science/tel-01175748>

Submitted on 23 Jul 2015

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

THÈSE

Présentée à

L'École de Management et de Communication et la Business School Lausanne

par

My Smaïl KARIM EL IDRISI

Pour l'obtention du grade de

DOCTEUR

en Business Administration (DBA)

Modélisation et réutilisation de la mémoire de l'entreprise

Sous la direction de

Monsieur le Prof. René Thièblemont

Université de Savoie (France)

Soutenue en 2013 devant le jury composé de :

M. Philippe Du Pasquier
M. Prof. René Thièblemont
M. Jean-Claude Charrière
M. Dr Pierre Gallard

Business School Lausanne
Université de Savoie (France)
École de Management et de Communication
École de Management et de Communication

Président du Jury
Directeur de thèse
Membre du jury
Directeur de l'examen

AVANT-PROPOS

La carence de la connaissance

Que de connaissances étudiées, évaluées, construites, formalisées, remises en cause durant ce travail de thèse. Que de difficulté à choisir lesquelles ont leur place dans ce travail, avec quel niveau de détail ? Quelle organisation unique adopter pour les présenter ?

Autant de questions qui ont dû trouver réponse sans quoi ce travail ne serait point. Cependant, il aurait pu être tout à fait différent, voire comporter plusieurs fonds et formes, selon des plans différents, impliquant de détailler certaines parties et d'en passer d'autres sous silence. Le lecteur ne trouvera ici qu'une possibilité de fond et de forme – certes celle qui a semblé être la meilleure parmi un ensemble de possibilités que nous n'avons bien évidemment pas toutes essayées.

Force est de constater la carence de la connaissance, notamment dans son transfert et sa formalisation.

La nécessité d'une vision plus globale

Selon Jean Louis Ermine « Aborder le problème de la connaissance est une véritable gageure », [J. L. Ermine, 1996]. La connaissance est sans doute un des sujets les plus anciens de l'humanité. Les approches pour aborder ce sujet sont très nombreuses et traversent plusieurs disciplines comme la philosophie, les sciences humaines, les sciences naturelles et les technologies de l'information. Nous avons dû ouvrir notre étude sur d'autres disciplines pour accomplir ce travail de réalisme.

Le discours entre des spécialistes de disciplines différentes est souvent hermétique à toute compréhension réciproque du fait du peu de connaissances communes qui sont partagées par les différents interlocuteurs (ou en raison de leurs doutes communs). Quelquefois même, entre spécialistes d'un même domaine orienté dans des directions différentes, la compréhension n'est pas beaucoup plus aisée, pour les mêmes motifs. La seule solution qui paraît alors valable est que chaque spécialiste investisse un minimum de temps à découvrir le travail des autres disciplines concernées, afin qu'une vision plus globale puisse prendre naissance.

De même que l'informatique pour la gestion nécessite des connaissances en informatique et en gestion, l'informatique pour la connaissance nécessite également des connaissances dans le domaine de l'informatique et de la connaissance. Qui dit connaissance de la connaissance dit théorie des connaissances. En outre, plusieurs spécialistes ont avancé l'idée que le domaine de gestion de connaissance nécessite une culture pluridisciplinaire, en tout cas, ce qui revient fréquemment dans les écrits de Th. Davenport, Dieng et de J-L. Ermine.

Mais si tous les efforts déployés impliquent simplement une meilleure gestion de l'information, ou l'utilisation des technologies de l'information les plus récentes, alors il se peut que le potentiel de l'entreprise à utiliser ses connaissances collectives pour innover et se développer reste en fait limité.

« S'il est établi que les connaissances résident en premier lieu dans la tête des individus et que c'est l'individu qui décide de créer, d'utiliser et de partager ses idées pour atteindre certains résultats, alors il est évident que la gestion des connaissances est autant une question de gestion des personnes que de gestion de l'information ou des technologies. Celui qui n'est pas parvenu à cette conclusion importante passe sans doute à côté de l'essentiel. » [Th. Davenport, 1999].

REMERCIEMENTS

Cette thèse a été effectuée dans le cadre d'une cotutelle entre l'École de Management de Genève, la Business School Lausanne et l'Institut Pasteur de Casablanca, au Maroc. L'expérimentation effective a été réalisée d'une part au sein du Laboratoire de recherches médicales et d'autre part auprès du service des systèmes d'information de l'Unité de recherche en stratégies d'optimisation des informations.

Je remercie en premier lieu Monsieur le Professeur René Thiéblemont, Directeur de thèse, pour avoir accepté la responsabilité d'encadrer mon travail. J'ai apprécié la confiance qu'il m'a accordée tout au long de mon parcours académique. Travailler avec lui m'a permis d'apprendre énormément sur le plan de la recherche scientifique.

Je remercie Monsieur J.-C. Charrière, Directeur de l'École de Management, pour son soutien pendant la période de la préparation de ma thèse. Je lui suis reconnaissant de son côté humain qui m'a été d'une aide précieuse pour l'achèvement de ce travail. Je le remercie également pour son éternelle bonne humeur.

Mes remerciements les plus sincères vont à Monsieur le Professeur Mouhamed Hassar, Directeur de l'Institut Pasteur, à Casablanca, au Maroc, pour m'avoir accepté au sein de l'Institut. Son appui considérable a contribué grandement à l'achèvement des travaux de cette thèse.

Merci aussi à ceux, informaticiens, médecins, chercheurs ou autres, qui ont participé aux travaux de thèse. J'adresse mes vifs remerciements au personnel de l'Unité de recherche en stratégies d'optimisation des informations et au Laboratoire de recherche de cancérologie de l'Institut Pasteur à Casablanca, au Maroc.

Un grand merci également à Monsieur Gabi Khalid, chef de Service des systèmes d'informations de l'Institut Pasteur et au Dr Meriem Khayatt, Directrice du Département de recherche de l'Institut. Je leur suis extrêmement reconnaissant pour avoir suivi au quotidien mes travaux et pour la confiance qu'ils m'ont témoignée et pour le cadre de travail qui a largement participé à l'aboutissement de mes travaux. Un grand merci à ceux, informaticiens, médecins, chercheurs ou autres qui ont contribué aux travaux de thèse.

Un remerciement spécifique à Madame El Baz Fatiha, qui a toujours été là pour régler les problèmes administratifs, pour ses contributions au projet et pour son entregent.

Je remercie mes amis avec qui j'ai passé de bons moments durant toutes les phases de cette thèse, particulièrement Jean-Marc Colloud, Roger Riedo, Jean-Louis Scybox. Que tous ceux que je ne cite pas ne se sentent pas oubliés.

Je souhaite finalement adresser mes sincères remerciements à chacun des membres de ma famille pour leur patience et leur compréhension et pour avoir su me motiver durant certains moments difficiles. Je m'adresse en particulier à ma tendre mère, à mes sœurs et à mes frères.

Ce travail est l'aboutissement de longues années de labeur et d'études. L'ordre de mes remerciements n'a pas d'importance. Tous ceux que j'ai nommés m'ont apporté, à un moment ou un autre, un appui décisif. Je suis fier d'avoir toujours pu trouver en ces personnes le soutien et l'encouragement liés à mes choix. Je leur dédie ce mémoire.

TABLE DES MATIÈRES

Avant-propos.....	2
Remerciements	3
Table des matières.....	4
Introduction générale	7
 Chapitre I	
Approches théorique et pratique de la connaissance en milieu entrepreneurial	
1. Problématique de la connaissance dans l'entreprise.....	15
1.1. Approfondissement sur la connaissance	15
1.2. Qu'est-ce que la connaissance ?	17
1.3. Dynamique de la création de connaissances dans l'entreprise.....	21
1.4. Mécanismes de raisonnement pour la création de connaissances	24
1.5. La connaissance, un enjeu capital pour l'entreprise	27
1.6. Intérêts des entreprises pour la gestion de ses connaissances	29
1.7. Besoins fondamentaux de l'entreprise pour le KM	31
1.8. Connaissance dans l'entreprise.....	33
1.9. Gestion de la connaissance pour l'entreprise.....	34
1.10. Différentes formes du savoir	37
1.11. Paradigme de la connaissance.....	37
1.12. Cycle de vie et traçabilité de la connaissance.....	38
1.13. Contexte de projet de l'entreprise	40
1.14. Classification des connaissances selon le contexte.....	41
1.15. L'état de l'art de l'activité de conception.....	45
1.16. Conclusion	50
2. Mémoire de projet dans le contexte de l'entreprise	51
2.1. Notion de la mémoire de l'entreprise	51
2.2. L'état de l'art lié à la mémoire de projet.....	53
2.3. Dimensions du knowledge management	55
2.4. Knowledge management en tant qu'ensemble de processus	56
2.5. Enjeux et freins de déploiement d'une démarche KM.....	58
2.6. Systèmes de gestion de connaissances	58
2.7. Types des systèmes de management de connaissances existants	62
2.8. Systèmes axés sur la représentation de connaissances.....	65
2.9. État de l'art des méthodes de formalisation des connaissances.....	66
2.10. Méthodes de capitalisation des connaissances.....	68
2.11. Approches de capitalisation de mémoire de projet.....	77
2.12. Comparatif des différentes méthodes de formalisation des connaissances.....	82
2.13. Choix d'un outil pour la formalisation de la mémoire de projet.....	84
2.14. Modèles proposés pour la réutilisation de la connaissance.....	86
2.15. Conclusion du premier chapitre	92

Chapitre II

Construction du modèle Galcon

3. Principes théoriques de la construction du modèle Galcon..... 96

3.1. Modèle proposé « Galcon »	96
3.2. Noyau conceptuel du modèle Galcon	96
3.3. Principe de l'intelligence collective	97
3.4. Principe de la synergie collective	100
3.5. Principe de la réutilisabilité de connaissances	102
3.6. Principe de transport de connaissances	104
3.7. Principe de similarité mathématique	109
3.8. Conclusion	115

4. Modèle proposé et méthodologie..... 117

4.1. Vue d'ensemble du modèle proposé « Galcon »	117
4.2. Principe de fonctionnement du modèle Galcon	117
4.3. Flux circulant dans le modèle Galcon	119
4.4. Exploitation des échanges et utilités de la rétroaction	123
4.5. Etapes de résolution du problème dans le cadre de notre modèle.....	128
4.6. Position du mécanisme RàPC dans le modèle Galcon	131
4.7. Recherche de problèmes similaires	132
4.8. Conclusion du deuxième chapitre	135

Chapitre III

Application du modèle à un cas concret

5. Expérimentation du modèle : cas de l'Institut Pasteur Maroc 139

5.1. Gestion des connaissances dans le contexte clinique en médecine.....	139
5.2. Gestion des référentiels de recherche scientifique à l'IPM	140
5.3. Référentiel de connaissances dédié à la recherche médicale à l'IPM	140
5.4. Représentation du référentiel : Cas de traitement du cancer du sein.	144
5.5. Patients dans le processus de recherche	146
5.6. Organisation d'un laboratoire de recherche à l'IPM	148
5.7. Construction de l'ontologie du domaine de l'IPM.....	149
5.8. Recherche d'une synthèse réalisée dans le passé	160
5.9. Cas de réutilisation d'une synthèse de recherche	161
5.10. Adaptation du cas trouvé	164
5.11. Élaboration d'une solution suite à l'adaptation	165
5.12. Conclusion	167

6. Évaluation et limites du modèle proposé 169

6.1. Introduction	169
6.2. Analyse des défaillances du modèle Galcon par AMDEC	169
6.3. Synthèse de l'évaluation du modèle par AMDEC.....	174
6.4. Répartition des coûts liée à l'introduction du modèle Galcon	175
6.5. Projection de planification et de développement	179
6.6. Conclusion du troisième chapitre	180

Conclusion générale.....	183
Bibliographie	188
Annexes	195
Liste des figures.....	201
Liste des tableaux.....	203
Liste des équations.....	203
Liste des abréviations	204
Résumé de la thèse.....	205

INTRODUCTION GÉNÉRALE

CONTEXTE DE L'ÉTUDE SUR LA GESTION DE LA CONNAISSANCE

Depuis quelques années, la gestion de connaissances est devenue une préoccupation pour toutes les activités industrielles et académiques, comme le souligne régulièrement la presse spécialisée en gestion [O'Leary D. E, 1998], [McCartney L, 1998] et même des publications plus générales. Que ce soit pour pallier les pertes de connaissances consécutives aux départs de personnes, pour utiliser au mieux les connaissances qu'elles possèdent déjà ou pour faire face aux nouvelles exigences d'une économie concurrentielle, les entreprises s'intéressent de plus en plus à la gestion des connaissances. Nous l'avons souligné en avant-propos : la gestion de connaissances est un sujet d'intérêt pluridisciplinaire. Les sciences de gestion expliquent les raisons du besoin qui s'exprime de façon évidente dans les entreprises, ainsi que les implications de la connaissance pour l'entreprise. L'informatique, quant à elle, permet de fournir des modèles pour répondre à certains des besoins définis par les gestionnaires. Nous avons aussi parfois recours aux sciences cognitives qui nous éclairent sur les différentes formes de la connaissance et de sa dynamique.

En fait, tout projet gestion de connaissances n'est viable que si l'on s'attache suffisamment au contenu, c'est-à-dire aux connaissances qui le composent et aux aspects organisationnels et culturels avant de s'attacher aux technologies qui permettent de faciliter la gestion des connaissances, ce qui revient dans les propos de Davenport [T. Davenport 1997]. Les expériences en matière de gestion de connaissances mises en œuvre Outre-Atlantique montrent qu'il ne faudrait pas passer plus du 30% du temps d'un tel projet sur la technologie sous peine de négliger les autres aspects et de conduire à un échec. En ce qui concerne le contenu, la connaissance est un sujet d'investigation depuis l'Antiquité qui a conduit à bâtir un certain nombre de théories que nous étudierons rapidement afin de faire apparaître les éléments déterminants auxquels nous nous référerons par la suite.

TYPOLOGIE DE LA CONNAISSANCE ET LA MÉMOIRE DE PROJET DE L'ENTREPRISE

Plusieurs typologies de connaissances dans l'entreprise ont été proposées dans la littérature. Elles peuvent être utiles pour déterminer les connaissances essentielles à capitaliser par l'entreprise. Les travaux de Nonaka et Takeuchi [Nonaka et al. 1995] sont d'une grande contribution dans ce domaine. Ils distinguent les connaissances tacites et les connaissances explicites. Les connaissances tacites ont un aspect personnel qui les rend difficiles à formaliser et à communiquer alors que les connaissances explicites sont les connaissances transmissibles dans un langage formel. Les technologies supportant le KM sont généralement construites autour de ce qu'on appelle les mémoires d'entreprise. La mémoire d'entreprise est définie comme la «représentation explicite, persistante et désincarnée, des connaissances et des informations dans une organisation».

La construction d'une mémoire d'entreprise permet de « préserver afin de les réutiliser plus tard ou le plus rapidement possible, les raisonnements, les comportements, les connaissances, même en leurs contradictions et dans toute leur variété » [Pomian, 1996]. Il existe des méthodes de gestion des connaissances permettant la définition d'une mémoire d'entreprise. Elles sont classées en deux grandes catégories : les méthodes de capitalisation des connaissances et les méthodes d'extraction des connaissances.

- Les méthodes de capitalisation des connaissances : ce sont des méthodes d'ingénierie des connaissances qui ont 20 ans de pratique, d'abord pour l'élaboration de systèmes experts, puis elles ont été transposées pour rédiger des livres de connaissances capitalisant le savoir-faire critique des collaborateurs, puis complétées afin de réaliser des bases de connaissances vivantes constituant la mémoire collective commune du savoir-faire d'une organisation.
- Les méthodes d'extraction des connaissances : ce sont des méthodes qui visent à extraire les connaissances de l'activité de l'organisation. Il s'agit par exemple des méthodes de fouille de données, de fouille de texte, de traçabilité de communication (e-mail, forum de discussion etc.) et de la logique de conception.

L'ingénierie de connaissances (IC) est définie comme un processus de modélisation des connaissances, individuelles ou collectives, explicites ou implicites, stabilisées ou évolutives, expertes ou techniques [Charlet et al., 1999]. Elle permet de rendre ces connaissances accessibles sous une forme définie en fonction du contexte, opérationnel ou non. Pour ce faire, plusieurs méthodes telles que CommonKADS, MASK, CYGMA [Dieng et al., 2000] ont été définies. Ces méthodes permettent de construire des mémoires d'entreprise modélisant des connaissances relatives à des activités au sein d'une organisation.

CONSTAT DE L'UTILISATION DE LA GESTION DE LA CONNAISSANCE

Au-delà des considérations de moyens – certes problématiques –, nous avons assez rapidement constaté que les approches actuelles de capitalisation des connaissances présentaient souvent pour les personnes une distance trop importante avec leurs préoccupations principales, qui sont très ancrées sur l'activité à court terme; cette distance induit un problème de motivation des collaborateurs pour les démarches classiques de capitalisation tant pour la contribution que pour l'utilisation. Nous avons donc étudié une nouvelle voie partant de l'activité pour conduire les personnes – en lien direct avec leurs préoccupations en cours – à la réutilisation de connaissances.

Un des objectifs majeur de la construction d'une mémoire de projet est de permettre la réutilisation de solutions développées dans des projets passés. De telles mémoires de projet devraient répondre à des besoins identifiés des concepteurs en action, c'est-à-dire leur permettre dans un contexte donné de pouvoir réutiliser les résultats des projets passés et d'accéder à la logique de conception qui a conduit à la conception de solutions des projets passés.

D'après [N. Matta, 2000], cette logique de conception constitue l'ensemble des leçons et expériences vécues lors de la réalisation de projet. Il s'agit de remonter dans l'histoire afin de tracer et comprendre les différents choix et arguments acceptés et les solutions rejetées par les concepteurs lors des étapes de conception. Cette traçabilité devient par ailleurs une exigence des démarches de qualité, permettant par exemple d'établir les responsabilités en cas de défaillance du produit en phase d'exploitation.

Il existe plusieurs méthodes de formulation de la logique de conception dans la littérature. Par exemple : la méthode QOC [McLean et al. 1991], la méthode IBIS [Buckingham Shum, 1997], etc. Ces méthodes permettent de garder une trace de résolution collective de problèmes, extraite spécialement des réunions de prise de décision. L'inconvénient de ces méthodes est qu'elles ne couvrent pas tous les aspects d'un projet à savoir son contexte et sa logique de conception. Il est à noter qu'il existe très peu de travaux dans la littérature à propos de la mémoire de projet.

ORIGINE DE NOTRE TRAVAIL DE RECHERCHE

CONTEXTE

L'origine du présent travail de recherche est le projet mené par [Cantzler, 1997] au sein de la SEP¹ et le CNES². Ce dernier, dans son travail, a présenté l'architecture conceptuelle d'une mémoire de projet technique pour la capitalisation de connaissances en conception préliminaire de turbopompes de moteurs de fusées Ariane. La spécification conceptuelle d'un tel système d'information intègre tous les aspects fonctionnels, informationnels, méthodologiques et graphiques, ainsi que leurs interactions dans une perspective globale. La mémoire technique dans ce projet présente purement la mémoire de projet qui a été instanciée dans le domaine des projets de conception suite aux travaux d'Olivier Cantzler par le biais de son logiciel ELACT³. Le champ couvre la définition des spécifications, le choix de configuration et la définition de l'architecture. Ces phases concernent la préconception globale et la préconception détaillée du produit.

¹ Société Européenne de Propulsion

² Centre National d'Études Spatiales

³ Environnement Logiciel d'Aide à la Conception de Turbo-pompe

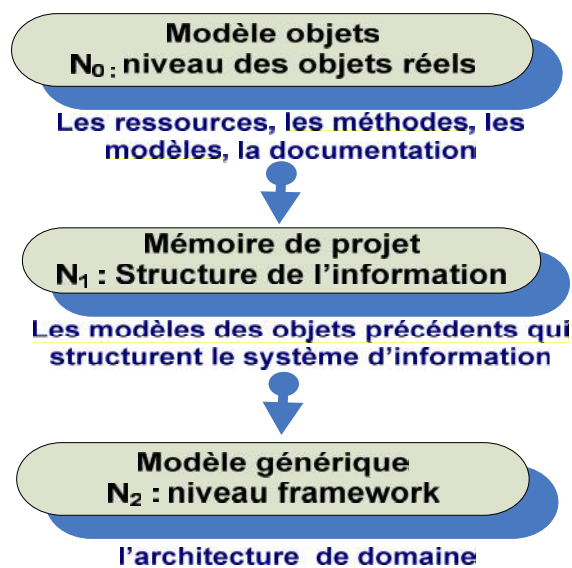
En plus des aspects techniques, la mémoire de projet de conception de produit doit couvrir le processus de conception dans sa globalité en prenant en compte de manière cohérente les aspects liés au produit lui-même et à ses différentes versions, mais aussi le management du projet, c'est-à-dire les informations relatives aux acteurs et leur organisation. Un projet de conception peut être considéré comme un processus de prise de décision converge ; aussi, la mémoire de projet doit préserver l'ensemble des décisions avec leurs justifications souvent liées au contexte. Il peut arriver par exemple que, dans le cadre d'un projet, une solution rejetée pour des raisons d'immaturité devienne acceptable dans un projet ultérieur suite à des évolutions technologiques. Il est donc souhaitable de capitaliser également les solutions non retenues et les raisons de leur abandon.

CONTRIBUTION

En référence aux niveaux de modèles proposés par l'OMG et par analogie aux travaux précédents relatifs au référentiel, nous nous sommes appuyés sur une architecture à trois niveaux représentée par la figure 0-1. Cette architecture est construite sur les niveaux suivants :

- N_0 est celui des « objets » du monde réel (produit, ressources matérielles et humaines, ressources de calcul, modèle CAO, documentation...)
- N_1 est celui des modèles des objets précédents et constitue la mémoire de projet (il structure l'information pertinente) et le niveau
- N_2 est celui de l'architecture de domaine (c'est le niveau le plus générique).

FIGURE 0-1 : ARCHITECTURE MULTINIVEAUX D'UN PROJET DE CONCEPTION



Source : Olivier Cantzler, 1997

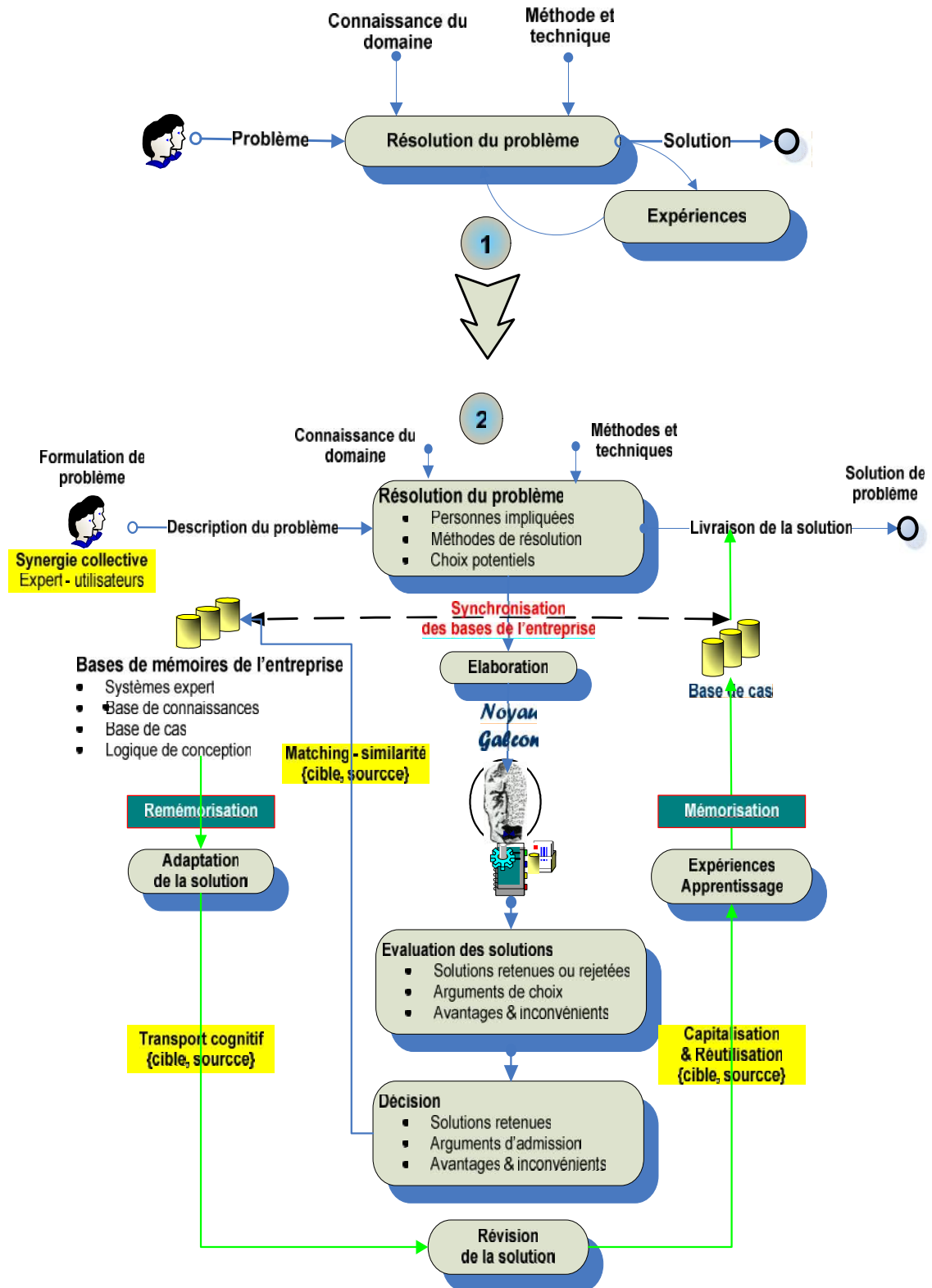
ARCHITECTURE DU PROCESSUS DE RÉOLUTION DE PROBLÈME DE NOTRE MODÈLE

Le système d'information de la mémoire de projet de conception est conçu pour prendre en compte de nombreux aspects qui ont été structurés à l'aide de paquetages, cf. figure 0-3, afin d'améliorer la lisibilité du framework. Le paquetage permet de suivre l'évolution de tout objet, contrainte sur un objet et historique des relations entre objets.

La figure 0-2 décrit le processus de résolution de problèmes tel qu'il est appréhendé par notre proposition. La partie « 2 » de la figure 0-1 n'est que la décomposition systémique de la partie « 1 » de la figure. Cette décomposition permet de mettre en évidence le flux circulant dans un processus de résolution de problèmes et faire ressortir les différentes composantes pour la construction d'une mémoire de projet d'une entreprise. Nous reviendrons sur ces composantes plus en détail.

Le point de départ de la démarche est constitué des modèles produits par les différents acteurs du projet ; un modèle commun est progressivement construit selon une démarche ascendante. La démarche que nous proposons est représentée par la figure 0-2.

FIGURE 0-2 : FLUX D'INFORMATIONS DANS UN PROCESSUS DE RÉOLUTION



Source : Auteur

NOTRE PROPOSITION

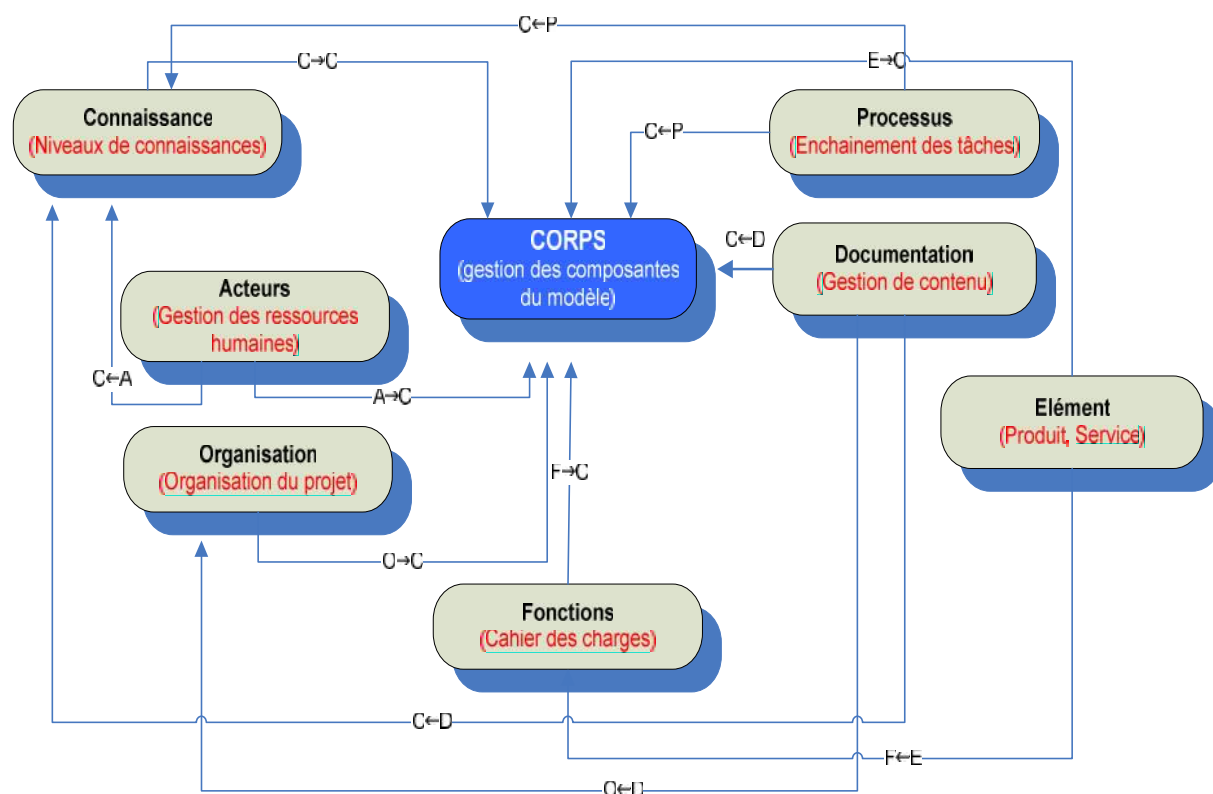
Elle consiste à proposer un ensemble de modèles qui prennent en compte à la fois le contexte et la logique de conception. Par contexte, nous entendons l'élaboration des modèles par exemple d'organisation, des ressources, des acteurs, des produits, processus etc. Quant à la logique de conception, elle devrait nous conduire à élaborer des modèles de justification, idées, arguments.

Nous avons élaboré l'architecture de domaine afin de représenter l'ensemble des composants de la mémoire de projet et leurs relations. L'approche orientée objet utilisant UML que nous avons retenue est bien adaptée pour modéliser ces éléments. L'architecture de domaine est conçue pour être une base d'intégration des différents modèles : l'ajout d'un nouveau composant peut s'effectuer sans impact sur les modèles existants; il suffit d'exploiter les relations existantes pour le lier au reste des modèles principe de généricité.

ARCHITECTURE GÉNÉRALE DU SYSTÈME D'INFORMATION

Un des objectifs de construction et d'exploitation d'une mémoire de projet est sa réutilisation. Les utilisateurs de la mémoire de projet souhaitent comprendre la logique de conception et le contexte des projets archivés. Pour ce faire ils vont essayer de comprendre ces éléments, leur contexte et leur logique de conception afin de les réutiliser dans d'autres projets. L'entreprise peut ainsi gagner en productivité, mais également partager le savoir-faire de conception entre les acteurs dans la mesure où la mémoire est partagée. Pour atteindre l'objectif de réutilisation, l'accès aux éléments archivés doit être facile. Les utilisateurs doivent atteindre n'importe quel élément dans la mémoire de projet sans être obligés de parcourir toute la structure de la mémoire. Lors de la définition de la mémoire de projet, la structure de ces éléments doit être souple et facile à utiliser. Cette structure doit tenir compte de tous les éléments de la mémoire sans omettre aucune information utile dans la compréhension du déroulement du projet.

FIGURE 0-3 : STRUCTURATION EN PAQUETAGES DES ÉLÉMENTS DE FRAMEWORK



Le système d'information permet de gérer toutes les versions d'un produit ou service. Il permet de « tracer », en d'autres termes de garder des traces permettant de retrouver l'origine d'un élément du projet principalement les représentations, les choix, les décisions et leurs justifications. C'est à l'utilisateur de choisir ce qu'il est pertinent de mémoriser, par exemple s'il est ou non utile de conserver l'historique de la structure du produit.

PLAN DE THÈSE

Cette thèse est structurée conformément à la coutume qui veut que le premier chapitre soit dédié à l'état de l'art de KM dans l'entreprise et les suivants aux contributions.

Contenu du premier chapitre :

Dans la première partie, nous nous intéressons **aux fondements de la problématique de la gestion de connaissances** et aux concepts théoriques liés à la réutilisation de connaissances. Ensuite, nous étudions les raisons de l'intérêt grandissant des organisations pour la gestion des connaissances réelles. Nous regroupons ces besoins selon plusieurs familles : le devoir de conserver des connaissances, les pertes de connaissances subies, le besoin de plus de connaissances et le besoin de perdre des connaissances. Nous présentons un ensemble de définitions de la notion de connaissance avant d'aborder la gestion des connaissances en conception et en gestion de projets. Nous étudions aussi les facteurs socio-économiques qui justifient la soudaineté de cet intérêt.

La seconde partie concerne **l'état de l'art lié à la mémoire de projet de l'entreprise**. Nous **étudions** l'application de certains procédés de Knowledge Management pour l'utilisation, la réutilisation et la préservation du patrimoine cognitif de l'entreprise. Une large partie sera consacrée aux outils développés pour construire les modèles pour la gestion de la mémoire de projet de l'entreprise. Par la suite, nous identifions les obstacles et précisons les enjeux qui peuvent entraver le processus de réutilisation des connaissances créées par l'entreprise. Nous poursuivons avec la présentation des Systèmes de Knowledge Management [SKM]. Nous dressons par la suite un état de l'art des méthodes de capitalisation des connaissances. Enfin, nous terminons cette partie avec une étude comparative du point de fonctionnel des systèmes de gestion des données techniques participant à la construction d'une mémoire de projet de l'entreprise.

Contenu du deuxième chapitre:

La première partie sera consacrée aux **concepts théoriques du modèle** et à la description des différents processus participant au modèle tant au niveau fonctionnel qu'au niveau organisationnel. Nous présentons par la suite les différents principes et composantes qui constituent l'assise de notre modèle.

- L'intelligence collective, qui permet de mettre en évidence la synergie des efforts collectifs des personnes participant à un projet,
- Le transport cognitif, qui permet l'échange des connaissances entre les personnes en utilisant l'approche Tiré-poussé,
- La similarité mathématique, quant à elle, permet de détecter les propriétés communes entre les données cibles et les données source,
- La réutilisation de connaissances qui synchronise les processus précités.

Le modèle utilise le principe de raisonnement à partir des cas *RàPC* et s'appuie sur une mesure de similarité des connaissances par rapport au contexte d'utilisation. Le *RàPC* utilise le principe d'analogie en identifiant des similarités entre les projets réalisés dans le passé et les projets futurs. Un modèle des connaissances utiles au processus de *RàPC* (les connaissances d'adaptation) est développé pour être utilisé comme cadre à la formalisation des connaissances relatives à la similarité et à l'adaptation. Les connaissances d'adaptation ainsi formalisées sont rendues opérationnelles au sein d'un service de *RàPC* générique, applicable aux ressources diffusées.

La deuxième partie sera consacrée aux différentes facettes de l'architecture et aux fonctions du modèle proposé. Dans un premier temps, nous allons mettre en relief les différents processus qui rentrent en jeu pour la mise en œuvre du modèle. Ensuite, nous exposons la méthodologie suivie pour assister les experts intéressés par la gestion et la réutilisation de connaissances. La méthodologie de la recherche que nous proposons suit un cheminement relativement classique dans la communauté scientifique à savoir :

- Le repérage : identifier, localiser, hiérarchiser et caractériser l'information,
- La préservation : savoir garder et structurer l'information,
- La valorisation : diffuser et partager l'information au sein du groupe,
- L'actualisation : dynamiser l'information le fait que celle-ci a une durée de vie limitée.

Contenu du troisième chapitre:

Le volet expérimental du modèle. À cet effet, nous **avons mené** une expérience pratique au sein de l'Institut Pasteur à Casablanca, au Maroc. Il s'agit, de mettre en place un formalisme permettant la réutilisation des données référencées, des procédés et des résultats de recherche liée à la thématique du cancer de sein. Ce type de cancer présente une particularité typique liée à des pratiques socioculturelles encore répandues en Afrique du Nord. Il s'agit de la consanguinité, c'est autour de cette particularité que notre expérimentation sera axée.

Le modèle propose une démarche qui permet aux chercheurs de ré-exploiter les processus et les synthèses de recherche génétique liées à ce type de cancer. Bien évidemment, il faut que la réutilisation des connaissances persistantes dans la mémoire de projet de l'Institut ou ailleurs vérifient l'adéquation des résultats obtenus lors de l'expérience du laboratoire ainsi que les synthèses répertoriées par les laboratoires de virologie et de cancérologie. Le but attendu est de pouvoir déployer une démarche afin de réutiliser une partie ou la totalité des données d'une expérience. En d'autres termes, donner la possibilité à des experts ou à des chercheurs de pouvoir réutiliser les expériences relatives à ce type de pathologie.

Le volet mise en œuvre et évaluation de l'implémentation du modèle. Cette partie consiste, d'une part, à procéder à une analyse fonctionnelle de la plateforme et, d'autre part, à établir un plan d'évaluation qui traite le modèle selon l'enchaînement suivant :

- L'implication des acteurs dans le processus de coopération collective,
- L'évaluation du coût global de la mise en œuvre d'un projet KM,
- L'analyse des risques inhérents dans le système,
- L'analyse des modes de défaillance de leurs effets et de leur criticité du modèle.

L'AMDEC est un outil de *Sûreté de fonctionnement* qui consiste à identifier au niveau d'un système, les modes potentiels de défaillance, leurs causes et leurs effets. Elle a pour objet de déterminer les points faibles du système et d'y apporter des remèdes en conception.

Finalement, nous résumerons nos propositions et situerons nos contributions par rapport aux différents domaines pour lesquels nous proposons des éléments de réflexion. Une démarche d'adaptation est nécessaire suivant le secteur d'activité auquel on veut implémenter notre modèle. Nous présentons également un certain nombre de perspectives qui découlent de nos travaux.

Premier chapitre :

Approches théorique et pratique de la connaissance en milieu entrepreneurial

1. PROBLÉMATIQUE DE LA CONNAISSANCE DANS L'ENTREPRISE

1.1. APPROFONDISSEMENT SUR LA CONNAISSANCE

La connaissance de la connaissance⁴ a mobilisé beaucoup d'énergies à travers les millénaires. De nombreuses théories de la connaissance ont été proposées. Sans s'orienter précisément vers l'une ou l'autre de ces dernières, nous avons retenu, à travers l'étude de ces théories, un certain nombre de concepts qui nous sont apparus les plus utiles pour notre travail.

A. Éléments de théorie de la connaissance

Nous reprenons ici quelques éléments des théories de la connaissance représentant un intérêt important pour construire nos propositions dans un contexte suffisamment global et réaliste. La plupart de ces éléments sont issus de l'épistémologie⁵.

a) Distinction entre sujet et objet

À l'origine de la connaissance, nous considérons l'existence d'un sujet qui connaît un (ou des) objet(s) à connaître [J. M. Bensnier, 1996]. Pour parler de connaissance, le sujet est, pour nous, forcément un être humain, c'est-à-dire un être vivant du plus haut niveau biologique, tel que défini par [J. Stewart, 1996] pour les niveaux de cognition. Par contre, l'objet à connaître peut être n'importe quelle partie du monde réel, qu'elle soit vivante ou non : les êtres, les choses, les événements, les phénomènes, etc. Nous les appellerons « objets de la connaissance ».

La connaissance n'existant selon nous que pour un être humain, l'expression d'une connaissance n'est pas la connaissance elle-même. En dehors des têtes des personnes ce ne sont donc pas pour nous des connaissances, mais des représentations de ces connaissances. Cette précision doit être gardée à l'esprit tout le long du travail; en effet, pour ne pas alourdir le discours, nous utiliserons aussi le terme connaissance pour les représentations, comme il est d'usage de le faire dans la communauté de pratique.

b) de la sensation à l'observation pour connaître

Une personne élabore ses connaissances à partir des informations que lui fournissent ses sens (vue, toucher, odorat, goût, ouïe), c'est-à-dire à partir de sensations avec tout ce que cette notion implique de subjectivité et d'imperfection (interprétation, biais cognitifs). La notion d'observation ajoute à la sensation la notion d'attention par rapport à des informations qui sont fournies par nos sens. Il y a ainsi orientation des sens en vue de maintenir l'attention de façon prolongée, afin de pouvoir étudier, surveiller et tirer des conclusions par rapport à l'objet observé. L'observation ne correspond pas à un enregistrement passif de toutes les informations qui parviennent à nos sens mais elle est une conséquence des motivations de la personne. Ces motivations peuvent être conscientes ou inconscientes. La motivation des personnes au travail est un sujet d'étude important des théories des organisations car utilisée comme déterminant de la participation des personnes aux objectifs de l'organisation.

c) de l'observation à la représentation mentale

Le sujet garde en mémoire les caractéristiques des objets qu'il a observés et peut les visualiser dans son esprit en l'absence des objets concernés. Ce sont des représentations mentales que le sujet se fait des objets qu'il a observés. Ces représentations mentales sont un sous-produit de l'observation des objets dont certaines caractéristiques sont conservées, rapprochées, synthétisées au préalable et confrontées aux représentations mentales élaborées antérieurement. Nous appelons ces représentations mentales des connaissances, au sens des connaissances de l'individu. Nous ne faisons pas la distinction entre les deux sens communs de connaissance au singulier ou au pluriel qui nous paraît amener une confusion dans les formulations.

⁴ Connaissance de la connaissance ou méta-connaissance : connaissance dont l'objet à connaître est la connaissance

⁵ Épistémologie : branche de la philosophie qui s'intéresse à la connaissance.

d) la « désincarnation » des représentations mentales

Une connaissance qui aura été formalisée sur un support artificiel, comme un texte écrit sur papier, a une nouvelle existence en dehors de la personne qui l'a exprimée. Nous l'appelons une représentation « désincarnée » de la connaissance. Quant à la connaissance originale elle existe toujours dans l'esprit de la personne, mais sa représentation désincarnée n'est plus liée aux autres connaissances que la personne détient. Elle n'est plus non plus soumise à d'éventuelles évolutions ou remises en cause. Cette représentation désincarnée est ainsi figée, contrairement aux connaissances présentes dans l'esprit des personnes qui sont, elles, en perpétuelle évolution et réorganisation comme l'expriment de nombreux travaux en sciences cognitives.

En effet, la connaissance incarnée évolue naturellement en fonction de nouvelles observations sans que la personne n'ait le besoin de s'y consacrer volontairement. Les humains possèdent pour cela des mécanismes d'équilibration comme, par exemple, celui décrit par Festinger dans la Théorie de la dissonance cognitive [L. Festinger; 1957] : ce mécanisme naturel conduit à éviter les contradictions en cherchant à relativiser deux connaissances contradictoires, ou à en rejeter une au profit de l'autre. Ceci peut amener à rechercher d'autres connaissances.

Sur des supports artificiels, les connaissances (désincarnées) ne sont pas soumises à ces mécanismes naturels de mise à jour. La représentation désincarnée d'une connaissance réalisée à un instant « t » ne pourra être mise à jour à l'instant « t+1 », s'il le requiert, que par une démarche délibérée de détection d'un besoin de mise à jour effective.

De plus, cette représentation a subi une distorsion supplémentaire qui consiste à la traduire dans le formalisme cible et à la décrire de façon finie. L'opération de traduction peut contraindre la personne à passer sous silence certains aspects que le formalisme ne permet pas d'exprimer (pouvoir d'expression du formalisme). Le support physique utilisé dans des limites finies, et l'effort que l'on consent à consacrer, impose de s'arrêter à un moment dans l'expression de la représentation, d'où des limites finies dans la représentation sur un support artificiel, sans parler des biais nombreux [K. Weick; 1991].

Dans une moindre mesure, la transmission par la parole permet, à travers des interactions synchrones entre deux personnes, d'ajuster les limites de l'expression de la connaissance de façon négociée et adaptée entre l'émetteur et le récepteur.

e) Notre définition de la connaissance

A la lueur des différents aspects que nous venons d'étudier, nous proposons ici notre définition de la connaissance : « Une connaissance est une représentation mentale consciente ou inconsciente qu'une personne possède et qui reflète pour elle des caractéristiques d'un (ou des) objet(s) réel(s) ou imaginaire(s) du monde; elle est acquise par observation et interprétation (consciente et inconsciente) d'informations fournies par ses sens, y compris par la communication d'informations avec les autres⁶ ».

Un échange de connaissance entre deux personnes est dans l'absolu une imprécision, puisque la connaissance n'a pas d'existence à l'extérieur de l'esprit des personnes. Cependant l'échange d'informations entre deux personnes peut contribuer à la création de connaissances chez l'une comme chez l'autre. La conscience d'une connaissance peut amener à établir des formulations qui, à force de précisions, peuvent conduire à avoir l'intime conviction de consensualité entre les deux personnes dialoguant sur un sujet.

f) La notion de compétence

Avec les changements organisationnels, la notion de qualification perdant de pertinence, on a vu arriver la notion de compétence [E. Dugué; 1994], qui prend en compte le savoir-faire et l'expérience, [J.-C. Tarondeau; 1998]. La notion de compétence est très liée à la notion de connaissance, mais n'est pas équivalente. La compétence caractérise une capacité à faire au sens large (y compris juger et évaluer). Une compétence peut être attribuée à une personne, comme reconnaissance de ses aptitudes

⁶ La communication d'informations entre personnes passe également par les sens et nécessite le recours à l'interprétation. L'interprétation se situe à un autre niveau d'abstraction que l'observation d'un objet concret.

(on peut préciser plusieurs niveaux de compétence); elle peut également être utilisée pour caractériser les besoins d'un poste de travail ou d'une mission.

La compétence est un ensemble de connaissances généralement défini en intention, c'est-à-dire par une description des contraintes d'appartenance et non pas par une liste d'éléments la constituant relativement à :

- Un domaine (par exemple une compétence de gestion en bases de données),
- Une mission (par exemple une compétence en conception de bases de données).

De par la définition en intention, les frontières de chaque compétence ne sont pas très clairement déterminées. Dans le cas de la définition de référentiels de compétences dans l'entreprise, il est difficile d'évaluer les compétences de chacun d'une façon homogène, chaque compétence étant définie de façon imprécise, le risque est que tous n'attribuent pas la même signification. Dans des services de gestion, des personnes peuvent se dire compétentes en informatique (en termes d'utilisation), ce qui n'aura pas la même signification au sein d'un service informatique.

1.2. QU'EST-CE QUE LA CONNAISSANCE ?

1.2.1. NOTION DE CONNAISSANCE

Avant de donner une définition de la gestion des connaissances, nous proposons dans le tableau 1-1 quelques définitions des termes issus de [Ed. Schreiber et al, 1999]. On pourra se référer à [Mekhilef et al., 2003] pour une terminologie très complète réalisée au plan européen⁷.

TABLEAU 1-1 : HIÉRARCHIE DE LA CONNAISSANCE

Terme	Exemple	Définition
Donnée	...	Fait élémentaire, discret et objectif, résultant d'une acquisition, d'une mesure effectuée par un instrument naturel ou construit par l'homme.
Information	SOS	Ensemble de données sémantiquement cohérentes pouvant être interprété pour lui donner un sens, dans une intention particulière.
Connaissances (savoir)	Alerte : lancer des opérations de secours	Ensemble d'informations construites permettant de comprendre et d'agir. La connaissance implique l'Homme porteur : elle est interprétée, appropriée, activable dans un but, contribue à une recherche de vérité.
Compétence (savoir-faire)	Capacité à porter secours	Ensemble de connaissances, de capacités d'action et de comportements structurés en fonction d'un but et dans un type de situation donnée.

Source : M. Mekhilef – European Guide to Good Practice in Knowledge Management

Proposer une terminologie commune au KM est une tâche vraiment ambitieuse. En effet, ce concept émergent n'a pas encore connu de définition stable. Le KM répond à plusieurs définitions plus au moins étendues selon le domaine des intervenants qui l'utilisent. Certaines définitions peuvent parfois être réductrices et reflètent des lacunes et des erreurs du passé et du présent, en particulier quand elles sont véhiculées par certains éditeurs de logiciels, voulant profiter de la nouvelle vague.

De plus, l'hétérogénéité des discours marketing des différents acteurs souhaitant se positionner sur le marché prometteur du KM, éditeurs de logiciels, cabinets de conseils, etc., complique la situation en s'appropriant ce concept de telle sorte qu'il reflète parfaitement leurs offres. Nous avons sélectionné dans cette section des définitions de KM proposées dans la littérature. Notre but est de relever les principales questions qui résultent de tentatives typiques de définitions de KM.

⁷ : The European KM Community; <http://www.knowledgeboard.com>

Skyme avance une définition qu'il veut générique du KM : « il s'agit du management explicite et systématique de connaissances vitales et des processus qui y sont associés incluant la création, la collecte, l'organisation, la diffusion, l'utilisation et l'exploitation des connaissances. Le KM exige le passage des connaissances individuelles à des connaissances collectives pouvant être partagées largement dans une organisation ». [Skyrme, 1999]

Pour Jean-Louis Ermine, la gestion des connaissances « est revenue d'outre-Atlantique, sous le vocable de Knowledge Management, avec une vigueur et une force qui en font un des mots-clés des entreprises actuellement », c'est-à-dire que, pour lui, il s'agit aussi d'un mot « made in USA » pour décrire des approches, démarches, méthodes, outils, etc. Jean-Louis Ermine ajoute que « la gestion des connaissances est l'objectif de formaliser les connaissances tacites afin de les rendre mobilisables et opérationnelles au niveau de l'organisation entière. » [J-L. Ermine, 2000].

Firestone a déclaré dans une de ses publications que « Le KM est un processus de capture, de diffusion et d'utilisation efficace de la connaissance » [Firestone, 2001]. Karl-Erik Sveiby, quant à lui, définit le Knowledge Management comme une discipline ayant deux volets:

Management des informations.

Les praticiens et les chercheurs impliqués dans cette perspective préconisent l'utilisation des solutions technologiques pour gérer la connaissance d'un système d'information, de l'intelligence artificielle, etc. La connaissance est perçue comme un objet ou une entité statique qui peut être manipulée par un système d'information. Cette nouvelle perspective est en pleine expansion grâce aux développements fulgurants en matière de nouvelles technologies de l'information et de la communication (NTIC).

Management des ressources humaines.

Les chercheurs et les praticiens de ce domaine sont essentiellement des philosophes, des psychologues, des sociologues ou des managers. Ils s'intéressent à l'évaluation et à l'amélioration des compétences, des habilités, ainsi que du comportement des divers acteurs de l'organisation. La connaissance est perçue comme un processus, un ensemble complexe d'habilités, de savoir-faire, d'expertises, de compétences, qui évoluent constamment.

1.2.2. CLASSIFICATION DES CONNAISSANCES

CONNAISSANCES EXPLICITES – CONNAISSANCES IMPLICITES

La plupart des auteurs présentent les connaissances selon une approche dichotomique : les connaissances tacites et les connaissances explicites. Cette classification a été popularisée par les deux chercheurs, Nonaka et Takeuchi en 1995, dans leurs théories de création de connaissances: la spirale de connaissances. [Nonaka et al., 1995] et par suite Michael Polanyi [Polanyi, 1996]. Ils distinguent deux types de connaissances :

- Les connaissances explicites qui se réfèrent à la connaissance exprimée sous forme de mots ou, d'autres moyens « articulés »
- Les connaissances tacites sont des connaissances difficilement exprimables quels que soient le support ou la forme du langage.

AUTRES CLASSIFICATIONS

Il existe bien d'autres classifications des connaissances. Nous en énumérerons brièvement certaines, en remarquant que la distinction tacite/explicite demeure la plus citée. Karl Popper distingue trois mondes de connaissances [K. Popper, 1972] :

- **Premier monde de la connaissance :**
Il s'agit de l'ensemble des structures encodées dans les systèmes physiques. Par exemple : le codage génétique dans l'ADN qui permet à ces objets de s'adapter à leur environnement.

- **Second monde de la connaissance :**
Les croyances validées dans les esprits humains, concernant le monde, le beau, le vrai.
- **Troisième monde de la connaissance :**
Les formulations linguistiques validées concernant le monde, le beau, le vrai.

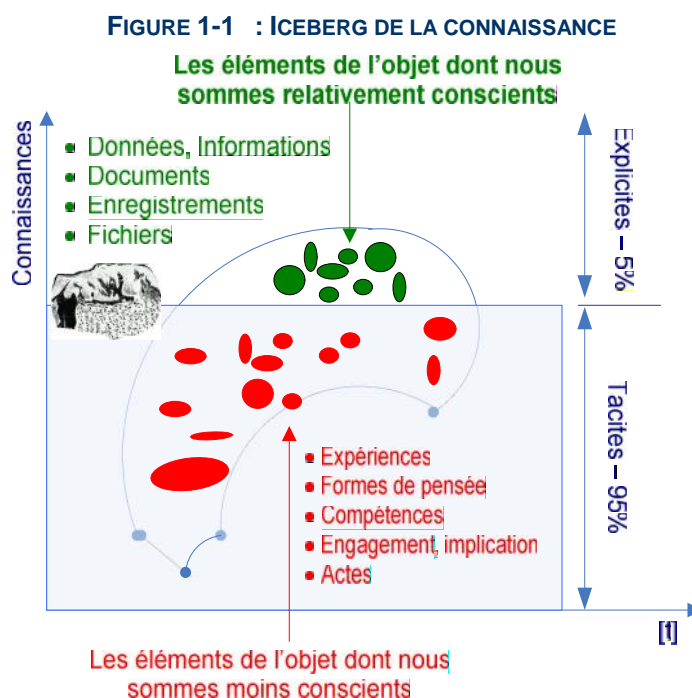
Michel Saloff-Coste, dans son petit livre blanc du management des connaissances, distingue trois niveaux dans l'intégration d'une connaissance : savoir, savoir-faire, savoir-être [Saloff, 2000].

- **Le savoir :** c'est une conceptualisation fondée sur l'abstraction et qui prétend à des énoncés universels. On la rencontre en philosophie et en science par exemple. Le savoir est clairement formulé et contextualisé dans l'ensemble des connaissances implicites nécessaires à sa bonne compréhension.
- **Le savoir-faire :** il se développe parallèlement à l'expérience d'un collaborateur. Il résulte de la mise des connaissances acquises par ce dernier dans le cadre d'une activité particulière.
- **Le savoir-être :** au-delà du savoir-faire, quand on analyse finement les raisons de l'excellence dans une matière, on découvre un véritable « savoir-être ». Ce savoir-être est souvent complètement implicite et donc non-dit. Il fait référence à un certain nombre de valeurs morales, éthiques ou esthétiques que la personne véhicule sans les avoir analysées.

Les connaissances sont donc des représentations du monde, des « paradigmes » transmis de manière informelle le plus souvent à travers les relations sociales et culturelles, ou qui sont élaborées inconsciemment par l'individu ou l'entreprise dans un désir de se dépasser.

1.2.3. L'ICEBERG DE LA CONNAISSANCE

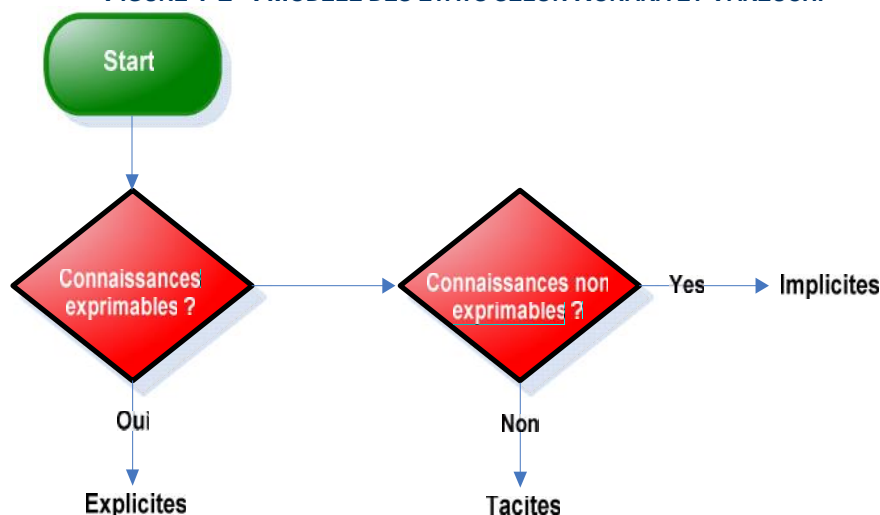
Pour Vinck, la connaissance ne se réduit pas à des énoncés et des règles et que la part de la connaissance qui est explicite ne représente que la pointe émergée de l'iceberg. La partie immergée, quant à elle, représente la part des connaissances que nous utilisons sans en avoir conscience, [D. Vinck; 1997]. De ce fait, la métaphore de l'iceberg de la connaissance décrit la relation entre les connaissances explicites et implicites. La figure 1-1 illustre cette relation chez l'homme et met en évidence la part de ses connaissances tacites et explicites.



Source : D. Vinck – La connaissance ses objets et ses constitutions

Les premiers travaux qui ont été apportés par Nonaka et Takeuchi sont d'une grande contribution dans ce domaine. Ils distinguent les connaissances tacites et les connaissances explicites: les connaissances tacites ont un aspect personnel qui les rend difficiles à formaliser et à communiquer alors que les connaissances explicites sont des connaissances transmissibles dans un langage formel. Nonaka & Takeuchi constatent, aussi, que dans les entreprises innovatrices, c'est la connaissance contextuelle ou tacite qui peut le mieux se transformer rapidement ou systématiquement en processus informationnel créatif, alors que la connaissance explicite se limite souvent à enrichir le savoir et le savoir-faire sans création ou transformation particulière. La valeur et le volume de la connaissance tacite sont supérieurs à ceux de la connaissance explicite.

FIGURE 1-2 : MODÈLE DES ÉTATS SELON NONAKA ET TAKEUCHI



Source: Nonaka et Takeuchi - Réf. Harvard Business School Press, Boston, Etats-Unis

1.2.4. TYPOLOGIE DE LA CONNAISSANCE

Il existe de nombreuses typologies des connaissances. Nous en avons retenu une qui correspond à une synthèse de plusieurs typologies. Elle est construite tout d'abord à partir de la typologie la plus reconnue qui consiste à distinguer entre les connaissances explicites et tacites. Cette distinction est relativement consensuelle sauf, peut-être, sur la situation délimitant la frontière entre tacite et explicite qui peut se situer sur l'opposition inconscient versus conscient. Le tableau 1-2 retrace les fondements de connaissances pour l'homme et l'organisation.

TABLEAU 1-2 : PYRAMIDE DE LA CONNAISSANCE

Terme	Exemple
Connaissances explicites	La connaissance codifiée et transmise à d'autres par l'échange, la démonstration ou des médias comme des livres et des documents.
Connaissances tacites	L'expérience personnelle, des aptitudes, des perceptions, des aperçus et du savoir-faire qui est impliqué ou indiqué, mais non exprimé incarné chez des personnes ou des équipes.
Connaissances Artefacts	Un artefact est quelque chose qui a été créé pour un but pratique. Dans, Un artefact de connaissance est un environnement de travail qui pourrait être, un processus, un corps de code source pour un programme informatique, les bases de connaissance sont des structures typiques pour des artefacts de gestion de connaissances.
Capital intellectuel	Intangibles comme des informations, la connaissance et les compétences qui peuvent être démultipliées par une organisation pour produire un actif d'importance égale ou supérieure, le travail et le capital.

Les concepts de connaissances « explicite » et « tacite » sont un processus humain profondément ancré qui vit dans la sphère privée de l'individu et ne peut pas, en aucun cas, être réduit simplement à un traitement algorithmique et automatique d'informations. En même temps, le processus humain vit

dans la sphère publique de communication, de culture et de représentation qui produit des artefacts⁸ de connaissances. Ces artefacts peuvent être puissamment améliorés par un traitement informationnel.

CONNAISSANCES EXPLICITES

Les connaissances explicites sont des connaissances déclaratives qu'on peut formaliser dans un support physique automatisé. Ce type de connaissances forme deux classes de connaissances à savoir les connaissances déclaratives et procédurales.

Les connaissances déclaratives répondent à la question « **comment ça marche ?** ». Ce sont essentiellement les connaissances scientifiques et techniques dispensées en formation initiale et continue, que l'on trouve dans les livres, dans les bibles, dans les recueils, etc. Elles caractérisent surtout des faits et des règles formelles. Les connaissances déclaratives correspondent à des faits, à des lois que l'on peut observer dans la nature. Pour pouvoir agir, il faut interpréter ces connaissances déclaratives afin d'en déduire les actions à effectuer pour arriver à un résultat. La procédure à mettre en œuvre pour agir ne fait pas partie des connaissances déclaratives, mais des connaissances procédurales.

Les connaissances procédurales répondent à la question « **comment s'y prendre pour ?** » [B. Kogut, 1992]. Ce sont des procédures, des méthodes et des modes opératoires à effectuer pour obtenir un effet. Ces connaissances sont à appliquer dans certaines situations précises ; elles n'ont pas la portée générale de connaissances de la classe précédente. De plus, les connaissances procédurales n'intègrent pas les justifications des actions à effectuer : ce sont juste des recettes à appliquer.

CONNAISSANCES TACITES

Les connaissances tacites sont difficilement formalisables dans un support matériel ou physique parce qu'elles ne sont pas exprimables. Dans cette typologie de connaissances, on distingue trois genres de connaissances :

Les connaissances de contexte recouvrent les normes non dites ni écrites plus ou moins admises par tous, les valeurs implicites d'ordre culturel ou conventionnel, par exemple la culture d'entreprise ou les valeurs d'une organisation. On trouve également dans les connaissances de contexte des connaissances spécifiques à un environnement professionnel mais qui restent tacites contrairement à celles de la catégorie précédente.

Le savoir-faire opérationnel concerne l'action et la compétence. C'est le savoir-faire qui permet d'agir. Ces connaissances peuvent correspondre à l'application de connaissances explicites dans un contexte ponctuel, mais ils peuvent aussi n'avoir aucune correspondance explicite. Ce sont les tours de main, les façons de faire, les coups d'œil, les astuces.

Le savoir-faire relationnel recouvre tous les aspects du savoir être entre les personnes. Il peut s'agir des relations communicationnelles dans groupe au sein de l'organisation comme à l'extérieur. En générale ce genre du savoir-faire se développe sur la base bien établie des connaissances de contexte. Donc, ce sont les savoir-faire mobilisés dans les relations avec les autres personnes.

1.3. DYNAMIQUE DE LA CRÉATION DE CONNAISSANCES DANS L'ENTREPRISE

Il est difficile de concevoir la connaissance à un niveau statique. Intuitivement, les connaissances sont en perpétuelle évolution et réorganisation surtout comme dans l'esprit des personnes. Les caractéristiques intrinsèques des connaissances peuvent même changer en fonction du contexte et l'environnement avec lesquels s'interagissent. Le modèle Nonaka met en évidence le dynamisme de la connaissance et l'interaction entre différents processus qui participent à la création de la connaissance.

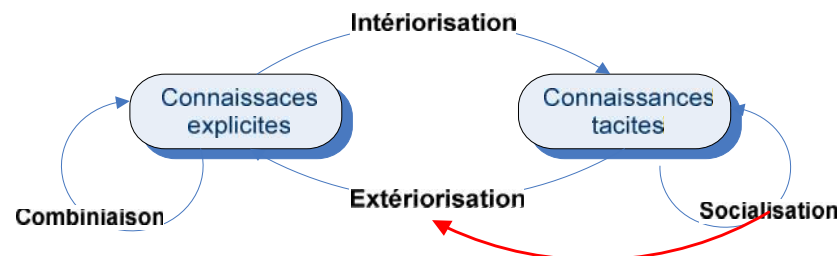
⁸ Artefacts: Le terme désigne à l'origine un phénomène créé de toute pièce par les conditions expérimentales. Il est parfois employé pour désigner de manière générale un objet ayant subi une transformation, même minime, par l'homme et qui se distingue ainsi d'un autre provoqué par un phénomène naturel

Dans ce sens, le modèle concernant la création et la capitalisation des connaissances repose sur la distinction entre les deux savoirs tacite et explicite.

- Le savoir tacite est enraciné dans l'action, dans les routines, dans un contexte spécifique (ce qui peut augmenter la productivité personnelle au niveau individuel et l'avantage concurrentiel au niveau de l'entreprise).
- Le savoir explicite est la connaissance codifiée, transmissible en un langage formel et systématique (production de données au niveau individuel et gestion électronique documentaire au niveau de l'entreprise).

D'après Nonaka, la création des savoirs dans l'organisation implique la transmission de représentations de connaissances entre les individus et un changement de nature, [I. Nonaka, 1994]. La figure 1-3 illustre bien la dynamique de la création de la connaissance dans l'entreprise et l'interaction entre connaissances explicites et tacites.

FIGURE 1-3 : PONT ENTRE CONNAISSANCES TACITES ET EXPLICITES



Source: Nonaka 1995

Dans une entreprise, la création et la capitalisation des connaissances intervient à trois niveaux et se sert de quatre modes de conversion :

LES NIVEAUX :

- Au niveau individuel, l'autonomie pour expérimenter,
- Au niveau du groupe, l'interaction et le dialogue,
- Au niveau de l'entreprise, la compétition pour l'accès aux ressources.

LES MODES DE CONVERSION :

- Socialisation, du savoir tacite au savoir tacite
↳ *Le partage sur le lieu du travail, l'apprentissage*
- Articulation, du savoir tacite au savoir explicite
↳ *Métaphores, concepts, hypothèses, modèles, analogies*
- Combinaison, des savoirs explicites
↳ *La gestion électronique documentaire, réseaux des connaissances*
- Intériorisation, du savoir explicite au savoir tacite à un niveau plus élevé
↳ *L'organisation apprenante.*

Le processus de création et de capitalisation des connaissances se joue dans les différentes circulations entre l'individu et le collectif, entre savoir tacite et savoir explicite. Nous avons donc quatre évolutions possibles :

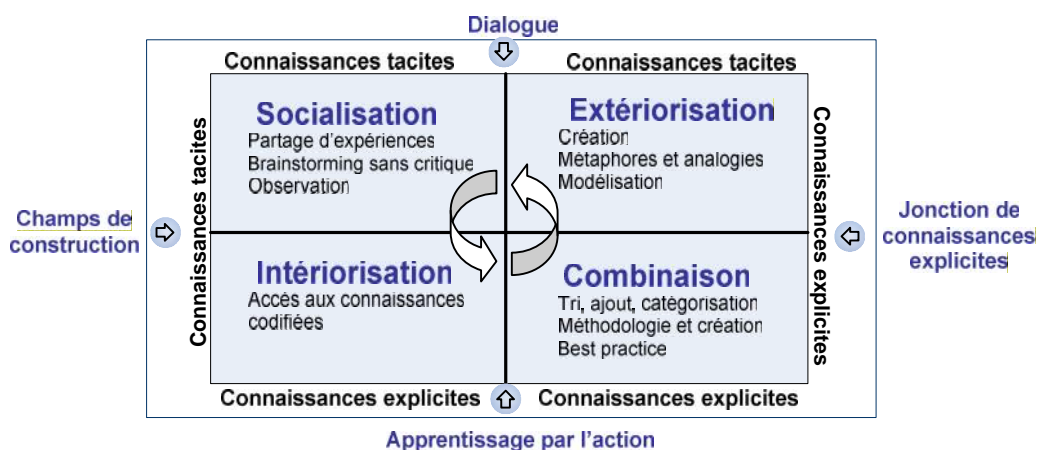
- Du Tacite vers le Tacite : Socialisation
- De l'Explicite vers l'Explicite : Combinaison
- Du Tacite vers l'Explicite : Extériorisation
- De l'Explicite vers le Tacite : Intériorisation

En nous appuyant sur des travaux en sciences cognitives, nous avons montré qu'il existe un effet de bord de la socialisation vers l'extériorisation. L'apprenti qui vient juste d'apprendre dans la pratique aura plus de facilité à formaliser les connaissances que la personne qui les maîtrise depuis longtemps. C'est pourquoi nous avons ajouté une flèche rouge symbolisant cet effet de bord de la Socialisation vers l'Extériorisation sur la figure 1-3 proposée par Nonaka.

1.3.1. MATRICE DE NONAKA

Nous allons maintenant étudier chacune des opérations de la matrice de Nonaka et, en particulier, l'opération d'extériorisation qui nécessite la formalisation de la connaissance. La figure 1-4 résume les différentes opérations de création de connaissances selon Nonaka.

FIGURE 1-4 : MATRICE KM SELON NONAKA ET TAKEUCHI



Source: Philippe Beaumard - Matrice de Nonaka adaptée

Les pratiques efficientes sont explicitées dans un langage formalisé à travers un système de signes. Le recours à la métaphore et au raisonnement par analogie peut être utilisé pour remédier à l'absence de concepts partagés. Nous allons maintenant donner une description succincte des principales opérations qui fondent la matrice de Nonaka :

EXTÉRIORISATION

La transformation de la connaissance tacite en explicite n'est pas systématisable pour plusieurs raisons. La connaissance tacite est directement utilisable au contraire de l'explicite qui nécessite une compréhension et une instanciation⁹ dans le contexte donné (opération d'intériorisation). La connaissance tacite doit être convertie (avec perte) vers une ou plusieurs nouvelles connaissances, différentes, plus générales et décontextualisées. Les connaissances tacites étant généralement inconscientes, il sera difficile de toutes les expliciter. Une fois décontextualisée, la connaissance risque de ne pas être appliquée dans le contexte initial de sa création faute de reconnaissance de ce contexte.

SOCIALISATION

Par interaction forte, la connaissance tacite d'une personne peut devenir la connaissance d'autres personnes (apprentissage, intégration). Ces connaissances sont acquises par la pratique et par interaction dans le groupe. On peut noter l'importance du contexte d'action. « L'essentiel du modus operandi qui définit la maîtrise de la pratique se transmet par la pratique, à l'état de pratique, sans accéder au niveau du discours » [P. Bourdieu; 1980]. Cette opération de socialisation conduit à la création de connaissances sympathisées.

⁹ : L'instanciation est l'action d'instancier, de créer un objet à partir d'un modèle autrement dit adapter un modèle à un élément donné. Elle est réalisée par la composition de deux opérations : l'allocation et l'initialisation.

INTÉRIORISATION

Par répétition, on enracine la connaissance explicite dans des séquences pouvant atteindre le stade du réflexe, en adaptant le schéma explicite aux conditions spécifiques de l'exécution. Cette opération d'intériorisation conduit à la création de connaissances opérationnelles.

COMBINAISON

Par l'intermédiaire d'un langage commun et au moyen de mécanismes de communication, les connaissances sont rapprochées et combinées afin de produire de nouvelles connaissances (par induction ou déduction...). Cette opération de combinaison conduit à la création de connaissances systémiques.

1.4. MÉCANISMES DE RAISONNEMENT POUR LA CRÉATION DE CONNAISSANCES

Pour considérer la dynamique des connaissances, il faut étudier son cycle d'évolution depuis sa création à l'environnement dans lequel elle interagit. Entre les deux jalons, il y a des phases qui déterminent les mécanismes de raisonnement qui la formalisent. Les processus de sa mémorisation et de sa remémoration et enfin la nature de son échange dans le groupe. La connaissance de ces mécanismes est très importante pour pouvoir caractériser les connaissances qui sont produites par chacun d'eux. Par exemple, suivant le mécanisme utilisé, le niveau de certitude de la connaissance produite est plus ou moins grand et souvent conditionné par la certitude d'autres connaissances. Nous allons décrire succinctement les jalons qui participent à la génération des nouvelles connaissances.

1.4.1. LE MÉCANISME DE RAISONNEMENT

Le premier mécanisme qui participe à la dynamique de la connaissance est celui d'inférence mis en œuvre dans le mécanisme de raisonnement. Nous signifions par ce mécanisme tout processus cognitif permettant de vérifier la réalité d'un fait. On conduit ce genre de réflexion pour des objectifs différents, qui peuvent se combiner, on note les possibilités suivantes :

- Construction d'une position sur la base d'un outil d'aide à la décision,
- Vérification de la validité d'une règle ou le test d'une argumentation,
- Conduite d'une démonstration à partir des hypothèses à la confirmation de la thèse.

Le raisonnement a priori, dit aussi analytique, recourt souvent à une formalisation logique pour établir une preuve. Il repose surtout sur des principes et sur une analyse conceptuelle. À l'opposé des raisonnements a priori, il existe des raisonnements a posteriori reposant sur des données empiriques. Celles-ci peuvent être recueillies par expérimentation. Un raisonnement empirique peut être tout aussi rigoureux qu'un raisonnement analytique. Le processus de construction d'un raisonnement simple consiste à appliquer au moins un de ces mécanismes :

Raisonnement par déduction

La déduction part de connaissances générales et garantit un résultat vrai à condition que les connaissances de départ soient vraies. La déduction réalise une particularisation, c'est-à-dire que le résultat est moins général que les hypothèses, qui sont construites dans un monde complètement décrit. Aussi, ce mécanisme d'inférence ne permet pas de construire de nouvelles connaissances générales telles que celles qu'il utilise comme hypothèses : elles doivent provenir d'un autre mécanisme d'inférence.

Raisonnement par induction

L'induction est un mécanisme d'inférence qui effectue une généralisation dans un monde partiellement décrit. Le mécanisme consiste à vérifier la vérité d'une conséquence d'une hypothèse pour considérer cette hypothèse comme plausible. Avec ce mécanisme, on obtient des résultats plausibles mais nous n'avons pas la certitude de leur vérité. L'induction permet de construire de

nouvelles connaissances générales à partir de cas isolés. Exemple : la référence au syllogisme d'Aristote.

Le raisonnement par induction joue un rôle important dans la construction de représentations et de modèles de la réalité, dans l'élaboration de connaissances. Le mécanisme mis en jeu par l'induction est un enchaînement d'observation, de comparaison et d'abstraction. Le résultat est une généralisation, mais sa certitude n'est pas garantie.

Raisonnement par analogie

Le raisonnement par analogie constitue un troisième type de raisonnement qu'on doit distinguer des raisonnements précités. Il y a raisonnement par analogie lorsqu'on s'appuie sur le fait que deux choses se ressemblent sur un point pour montrer qu'elles doivent se ressembler sur un autre. Le point de départ de ce raisonnement peut être singulier, particulier ou universel. Selon J.-P. Caverni le raisonnement par analogie ne correspond ni à l'induction, ni à la déduction, mais constitue un mécanisme particulier qui interprète de nouvelles situations en fonction de situations antérieurement mémorisées, [J.-P. Caverni, 1990].

« Pour mieux élucider ce mode de raisonnement, on cite la métaphore suivante : dans la marche naturelle du corps, l'homme ne peut s'avancer qu'en posant un pied devant l'autre, de même dans la marche naturelle de l'esprit, l'homme ne peut s'avancer qu'en mettant une idée devant l'autre. Ce qui veut dire, en d'autres termes, qu'il faut toujours un point d'appui à l'esprit comme il en faut un au corps. Le point d'appui du corps, c'est le sol dont le pied a sensation; le point d'appui de l'esprit, c'est le connu, c'est une vérité ou un principe dont l'esprit a conscience. »

Raisonnement heuristique

Il est à l'opposé du mécanisme du raisonnement exact, appelé algorithme, qui trouve une solution optimale pour un problème donné. Les algorithmes de résolution exacts étant de complexité exponentielle. Donc, Il est plus efficace de faire appel à des méthodes exactes qu'aux méthodes heuristiques approximatives pour résoudre des problèmes complexes. L'usage d'une heuristique est pertinent pour calculer une solution approchée d'un problème et ainsi accélérer le processus de résolution exacte.

Généralement une heuristique est conçue pour un problème particulier, en s'appuyant sur sa structure propre, mais les approches peuvent contenir des principes plus généraux. Le raisonnement heuristique est, donc, une règle incomplète qui tend à indiquer un bon choix, mais sans le garantir. Contrairement à l'algorithme, la certitude du résultat de l'heuristique n'est donc pas garantie a priori. Elle est adaptée à la résolution de problème dans des domaines non complètement maîtrisés.

Synthèse sur les mécanismes de raisonnement

Dans notre approche, le raisonnement heuristique s'intègre dans bien dans pour vérifier une approximation entre deux objets en faisant appel soit à différentes « règles » soit à des « expériences », quel que soit leur domaine d'application. Les raisonnements qui nous intéressent pour approcher notre problématique :

- Par analogie (souvent utilisé dans le cadre de raisonnement à partir des cas),
- Heuristique (pour adapter une solution trouvée à résultat approximatif).

1.4.2. MÉCANISME DE MÉMORISATION ET REMÉMORATION

Le principe de l'apprentissage cognitif a recours aux mécanismes de raisonnement que nous venons de voir. Nous n'allons pas appréhender les détails des stratégies d'enchaînement des opérations mais nous allons définir ici les opérations de mémorisation et de remémoration.

- **Mémorisation**

Une connaissance pour être réexploitée, elle doit pouvoir être mémorisée au moment où elle est observable de façon à la conserver et pouvoir la remémorer quand elle pourra être appliquée de façon bénéfique tant dans un raisonnement théorique que pour une action pratique. Pour une personne, la mémorisation peut se faire inconsciemment comme résultat de l'attention à l'objet observé, sans qu'elle ait besoin de faire preuve d'une volonté délibérée de mémoriser.

- **Remémoration**

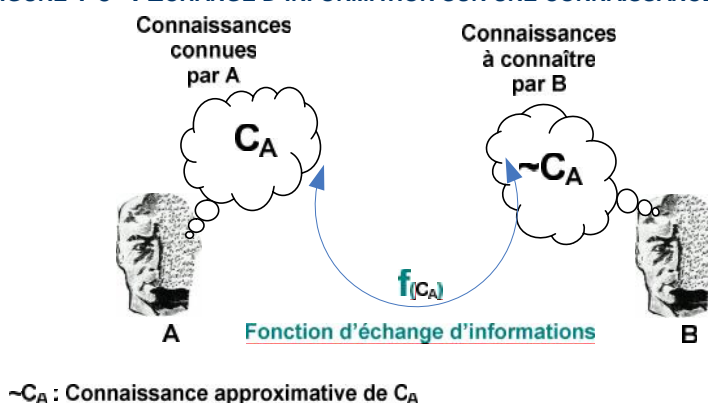
Dans une situation où la connaissance peut être utile, il faut pouvoir identifier la connaissance qui peut être utile et la faire revenir en mémoire afin d'être en mesure de l'appliquer à la situation. Il est difficile saisir ce qui se passe lorsque nous nous remémorons une connaissance par ce que ce processus se déroule automatique sans qu'il nous soit nécessaire d'en prendre conscience.

Les processus qui se déroulent dans l'état conscient similaires sont ceux qui sont mis en œuvre lors de la résolution de problème lors de la création, par exemple « brainstorming » suivie d'une phase d'analyse. Une différence est bien présente, cette étape consciente répond à un problème préalablement défini et mis en évidence.

1.4.3. MÉCANISME D'ÉCHANGE DE CONNAISSANCES ENTRE LES PERSONNES

Dans la pratique, les personnes ne peuvent pas échanger directement leurs connaissances. En effet, dans la figure 1-5, la personne « A » est la personne qui possède la connaissance C_A . Cette même personne ne maîtrise pas la manière dont est construite sa représentation mentale de cette connaissance, de telle manière qu'il lui serait difficile de la communiquer directement à une autre personne.

FIGURE 1-5 : ÉCHANGE D'INFORMATION SUR UNE CONNAISSANCE



Nous devons noter que nous ne pouvons attribuer à cette personne la possession d'une connaissance que par hypothèse. Il n'y a pas d'autre façon de le prouver que de la stimuler et d'observer les résultats, mais rien ne nous prouve alors que deux connaissances totalement différentes ne peuvent pas arriver aux mêmes résultats à partir de stimulations données. Pour diminuer le doute, nous pouvons augmenter le nombre de stimulations différentes.

Cependant, nous devons être bien conscients du fait que nous sommes contraints de baser toutes nos connaissances sur le mécanisme d'induction, avec toutes ses limites, notamment en termes de certitude. L'induction est une manière de raisonner consistant à aller des effets à la cause, des faits particuliers aux lois qui les régissent. Par ailleurs, l'induction pose un problème de fondement : « Où l'esprit humain prend-il le droit d'universaliser ce qu'il n'a constaté qu'un nombre limité de fois ? » Cette question pose le problème du fondement de toute connaissance et de la science.

On ne peut pas trouver de garantie d'ordre logique à une telle démarche de la pensée qui n'est pas en elle-même un raisonnement. C'est tout le problème du contrôle de connaissances dans l'enseignement que de s'assurer de la présence de connaissances dans l'esprit des personnes

formées. Mais, elles peuvent échanger des informations correspondant à leurs connaissances pour les faire évoluer. La difficulté pour parler de connaissance est qu'elle n'est pas observable au microscope ou avec quelque appareil que ce soit. La personne qui la possède n'a même pas la possibilité de la circonscrire totalement. On ne peut supposer son existence qu'à travers des conséquences en termes d'actes moteurs ou de langages que l'on croit pouvoir lui attribuer.

1.5. LA CONNAISSANCE, UN ENJEU CAPITAL POUR L'ENTREPRISE

L'ensemble des connaissances d'une entreprise forme un capital intellectuel précieux mais ce capital immatériel demeure volatil. Pour Jean-Louis Ermine, « la gestion des connaissances est connue sous le vocable d'outre-Atlantique, de Knowledge Management – (KM), avec une force qui en fait un des mots-clés des entreprises actuellement. » C'est-à-dire que pour lui le KM est un mot qui sert pour décrire des approches, des méthodes et des outils. Le KM englobe la gestion du savoir et/ou du savoir-faire développé par le personnel, de manière à créer un système interactif de formation continue qui débouche sur une meilleure qualité des produits et des services. Si la compétitivité est grande au sein de l'entreprise, le KM permet de sauvegarder ce savoir ou savoir-faire, en favorisant la diffusion des informations. Il privilégie ainsi la transversalité aux dépens de la hiérarchisation.

Les salariés ne sont pas condamnés de rester toute leur vie dans la même entreprise. Ils peuvent quitter un jour l'entreprise pour de multiples raisons : passage à la concurrence, réduction des effectifs, départ en retraite, etc. Pour l'entreprise, la perte sera perçue comme étant mineure si elle a su recueillir les connaissances, les expériences de l'intéressé. En archivant sa propre mémoire, l'entreprise évite considérablement la répétition des erreurs du passé; le partage de la connaissance permet à chaque acteur d'améliorer ses performances et donc celles de l'entreprise. Le concept de KM n'est pas limité à un secteur de l'entreprise ni même à un type de l'entreprise. Une grande partie du capital informationnel de l'entreprise n'est pas intégré dans la partie son système d'information. Elle se trouve sur des documents papiers ou dans des cerveaux des experts; dans ce dernier cas, elle n'est pas exploitable par les autres.

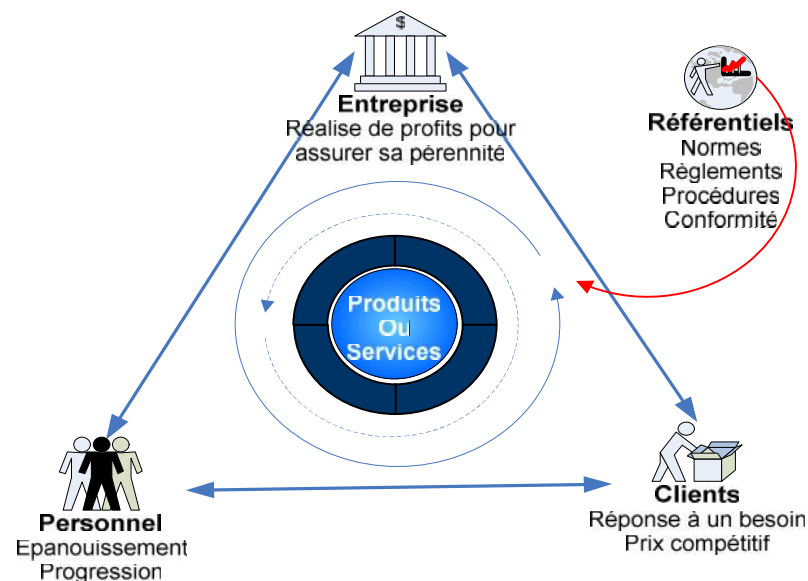
La mise en place d'un programme de gestion de connaissances demande du temps. Il faut recueillir de façon permanente, la matière première. Les connaissances tacites doivent être formalisées pour pouvoir jouer leur rôle de données pour les processus informatisés ou à informatiser. La retranscription des informations ne peut être exhaustive mais doit être suffisamment fine pour rester utilisable. Le volume des informations s'accroissant, il faut maîtriser les outils permettant de traiter, de synthétiser, d'extraire les éléments nécessaires à son utilisation, d'effectuer les recherches pertinentes. Le partage et la capitalisation transversale de la connaissance se concrétisent rapidement par des résultats tangibles. Notamment pour ceux qui concerne les produits, l'entreprise voit alors augmenter ses capacités d'innovation, car elle sait créer le bon produit au bon moment.

La concurrence internationale est devenue de plus en plus pressante, l'entreprise cherche à améliorer sa performance en termes de qualité, de coûts et de délais, ce qui l'amène à optimiser son organisation et modifier en profondeur la culture de ses différents acteurs. Si l'entreprise veut se développer, elle doit tenir compte d'au moins trois pôles majeurs qui sont : le client, le personnel et l'entreprise, sans oublier les normes et les règles qui doivent être en conformité avec son entourage. La démarche de l'entreprise doit s'inscrire dans un espace tridimensionnel.

- En premier lieu, chaque entreprise propose un produit ou un service à un client potentiel. De ce fait, elle se doit de leur faire une offre correspondant à un besoin à un prix compétitif. Dans ce contexte précis, les constructeurs automobiles proposent à leurs clients des gammes de voitures renouvelées de plus en plus rapidement avec des nouvelles fonctions associées à des conditions très attrayantes et complètes « financement, entretiens, assurance ... »
- En second lieu, l'entreprise doit dégager des profits si elle veut prospérer faute de quoi sa pérennité sera compromise. Ceci semble évident, mais il ne faut pas perdre de vue la véritable mutation culturelle et le changement du contexte économique mondial auxquels les entreprises doivent faire face, comme le passage à la logique concurrentielle.
- Enfin le personnel, c'est-à-dire les collaboratrices et les collaborateurs de l'entreprise doivent s'épanouir dans leur travail, évoluer, se sentir impliqués dans le processus de progression,

autant pour eux que pour l'entreprise. La mise en œuvre de tels principes se heurte encore à des obstacles.

FIGURE 1-6 : COTEXTE & PÔLES MAJEURS DE L'ENTREPRISE



Source : Jean-Louis Ermine

Le respect des normes précises en termes de qualité, de sécurité et de protection de l'environnement obligent les entreprises à tenir compte des paramètres internes et externes. La maîtrise de ces paramètres exige l'intervention de disciplines issues des sciences économiques, humaines, sociales et de l'ingénieur. L'entreprise est souvent amenée à remplacer une organisation vue principalement sous l'angle de structures métiers verticales au profit de processus transversaux orientés vers le client.

Il est fortement nécessaire pour l'entreprise d'assurer la coordination de tous ses moyens, c'est-à-dire « méthodes, procédés, outils, modèles » et activités hétéroclites pour les mettre en synergie, ce qui constitue un véritable défi compte tenu de la complexité croissante des systèmes industriels. Les produits évoluent vers les services, les métiers s'ouvrent à de nouveaux domaines. A cela s'ajoute l'explosion de l'information : denrée rare et mal répartie il y a peu, elle est aujourd'hui distribuée partout dans le monde. Ainsi dans le cadre de la conception de produits et de services, au moins trois défis se doivent d'être relevés par l'entreprise; la maîtrise de la connaissance, l'innovation et la proactivité.

- **La maîtrise de la connaissance** possède inéluctablement au moins deux facettes : la veille technologique et le management de connaissances internes.
 - La veille technologique consiste pour l'entreprise à se tenir informée de manière continue des activités de ses concurrents, connaître en temps réel les nouvelles normes pouvant entraver son action ou impacter ses activités, rester à l'affût des nouvelles composantes et de la presse spécialisée en particulier.
 - Le KM interne est un processus d'innovation, de création, de capitalisation et de diffusion des connaissances impliquant tous les acteurs de l'entreprise à double fonction, consommateur et producteur, qui débouche sur une meilleure qualité des produits et des services, ainsi que sur une plus grande compétitivité de l'entreprise.
- **L'innovation** constitue un avantage concurrentiel, à condition d'en maîtriser les risques; l'entreprise doit se doter d'une véritable ingénierie lui permettant de mettre en œuvre la recherche de la solution innovante, ainsi que la sélection des meilleures d'entre elles.

- **La proactivité** s'applique à la maîtrise des connaissances. Il semble indispensable, pour préserver un avantage concurrentiel, non seulement de réagir aux événements, mais surtout les anticiper, [Prat et al, 2003].

1.6. INTÉRÊTS DES ENTREPRISES POUR LA GESTION DE SES CONNAISSANCES

Cet intérêt semble être relativement récent et son accroissement a pris des allures remarquables ces dernières années. Pour comprendre pourquoi cet intérêt est soudainement si développé dans les entreprises, nous pouvons nous interroger sur ses origines dans le but de mieux cerner cette problématique. Au-delà d'un possible effet de mode généré par les stratégies d'imitation, il existe des besoins bien réels. L'imitation prend ici le sens à reproduire soi-même ce que l'on voit quelqu'un d'autre faire, sans en comprendre toute la signification voire quand le procédé est carrément contraire à nos convictions.

1.6.1. L'ENTREPRISE ET SES OBJECTIFS

L'entreprise est créée par une ou plusieurs personnes apportant des capitaux financiers, des biens ou des éléments immatériels comme des compétences et du savoir-faire. Le but de la création de cette structure juridique que constitue l'entreprise est de produire et de vendre des biens et/ou services. Pour y parvenir, l'entreprise emploie des personnes et acquiert des moyens telles des matières premières qu'elle transforme pour fabriquer ses produits et services. Les principaux acteurs de l'entreprise sont les actionnaires, les employés, les clients et les fournisseurs.

La gestion des connaissances et l'entretien du capital cognitif humain ne sont bien sûr pas les objectifs premiers de l'entreprise. Ils peuvent cependant apparaître comme des objectifs dérivés des objectifs premiers qui ont donné lieu à la création de l'entreprise. Par ailleurs, les facteurs permettant d'expliquer pourquoi cet engouement est si soudain dans la gestion des connaissances s'explique par le fait que la transformation des biens produits / services doit être rationalisée. Parmi les objectifs qui ont déclenché cet intérêt, on note :

Le profit et la pérennité.

Le profit est la différence entre les ventes et le coût des différents facteurs de production. Une part de résultat peut être réinvestie dans l'entreprise et une autre redistribuée aux actionnaires. Pour augmenter le bénéfice, il faut augmenter les ventes et / ou diminuer les coûts.

La diminution des coûts.

Ce point est crucial dans le sens qu'il invoque une des raisons qui expliquent la prise de conscience de la nécessité de gérer les connaissances. La recherche de la diminution des coûts a conduit notamment à de nombreuses vagues de réductions d'effectifs, ceci ayant eu comme conséquence de provoquer de nombreuses pertes de connaissances.

Les pertes de connaissances.

Les personnes ne représentent pas qu'un coût mais aussi un capital dans la mesure où, sans elles, notamment grâce aux connaissances qu'elles détiennent, il ne serait plus possible de produire. Ceci est un fait relativement bien reconnu. Cependant, il ne figure encore que très peu dans les systèmes comptables sensés être représentatifs de l'entreprise.

1.6.2. ÉVALUATION ET RETOUR SUR INVESTISSEMENT

La connaissance n'échappe pas à la règle de toute gestion dans l'entreprise : la rentabilité. Comme nous venons de le voir, la connaissance peut contribuer au profit et à la pérennité de l'entreprise, à condition qu'elle soit correctement choisie et qu'elle permette un certain retour sur investissement. L'investissement correspond à l'ensemble des actions qui sont menées autour de la connaissance. Il englobe aussi les gains qui sont obtenus au moyen de cet investissement (et se constatent a posteriori). En ce qui concerne les coûts, ils sont assez faciles à identifier en recensant le coût des

actions et des équipements éventuels engagés pour développer, échanger et utiliser des connaissances. Par contre, le retour sur investissement est plus difficile à déterminer. En effet, cela nécessite de connaître précisément l'utilité des connaissances mobilisées dans l'action et de savoir retracer l'origine de la possession de ces connaissances afin de déterminer avec précision si elles proviennent ou non d'actions de gestion des connaissances.

Malgré la difficulté, la question du retour sur investissement est une question centrale de la problématique de gestion des connaissances, tant pour justifier son existence que comme un indicateur permettant de choisir les actions à effectuer sur la connaissance. La mesure du gain est essentielle à plus d'un titre. Tout d'abord, devant le poids des perspectives financières dans l'entreprise, il est nécessaire pour la pérennité de toute démarche sur la connaissance de mettre en valeur les gains attendus et obtenus. Ces gains peuvent être exprimés en termes d'économies réalisées, d'image grandie, d'accroissement de potentiel. Ceci représente la justification des efforts entrepris dans le domaine de la connaissance auprès des équipes dirigeantes ou des actionnaires. Mais c'est aussi la manière de convaincre effectivement les personnes dans l'entreprise de l'utilité du travail autour de la connaissance. C'est aussi la question du gain qui doit permettre de décider si l'on doit acquérir des connaissances, s'il l'on doit en formaliser d'autres, ou plus simplement quelles connaissances utiliser. *« Cette mesure est donc très importante dans la problématique de gestion des connaissances ».*

1.6.3. CLASSIFICATION DES OBJECTIFS DE L'ENTREPRISE

Pour l'entreprise, la classification des objectifs en matière de KM peuvent être divers et de portée très variable. Ces objectifs se présentent de manière diverse et variée comme lorsque l'entreprise :

- Souhaite partager une expertise, lorsque le spécialiste n'est pas disponible en permanence ou que le risque lié à son départ devient trop élevé pour l'entreprise,
- Souhaite la réutilisation d'une partie ou la totalité de connaissances relatives à un projet antérieures pour un projet futur dans le but de créer une genericité dans son processus de travail,
- Peut souhaiter définir de meilleures pratiques dans le cadre de ses services ou encore améliorer ses activités et développer sa capacité à innover,
- Peut également s'attacher à constituer une mémoire de ses projets afin d'en raccourcir les délais tout en augmentant la qualité du livrable.

Plus globalement, l'entreprise peut développer une véritable organisation apprenante en engageant une évolution culturelle profonde de ses collaborateurs.

Si l'on applique l'outil CQCOQP¹⁰ (Qui fait quoi ? Où ? Quand ? Comment ? Combien ? Et pourquoi ?) au management des connaissances dans cette optique, on peut répondre aux questions suivantes :

- Qui ? Le KM concerne potentiellement tous les acteurs de l'entreprise.
- Quoi ? On s'intéresse exclusivement à la connaissance utile au développement de l'entreprise, en lien avec ses objectifs stratégiques.
- Où ? Là où la connaissance est requise, ce qui nécessite d'établir une cartographie des compétences de l'entreprise et des connaissances sur lesquelles elles s'appuient.
- Quand ? Dans la continuité, ce type de démarche s'apparentant davantage aux approches qualité (donc dans la durée) qu'au reengineering (modification brutale et profonde).

¹⁰ **CQCOQP** est connu sous la variante mnémotechnique **CQCOQP** - est un outil résumant une méthode empirique de questionnement. Toute démarche d'analyse implique en effet une phase préalable de «questionnement systématique et exhaustif» dont la qualité conditionne celle de l'analyse proprement dite. Ceci en vue de collecter les données nécessaires et suffisantes pour dresser l'état des lieux et rendre compte d'une situation, d'un problème, d'un processus.

- Comment ? Il s'agit de mettre en œuvre des démarches adaptées au contexte.
- Pourquoi ? Parce qu'il faut préserver le capital intellectuel de l'entreprise.

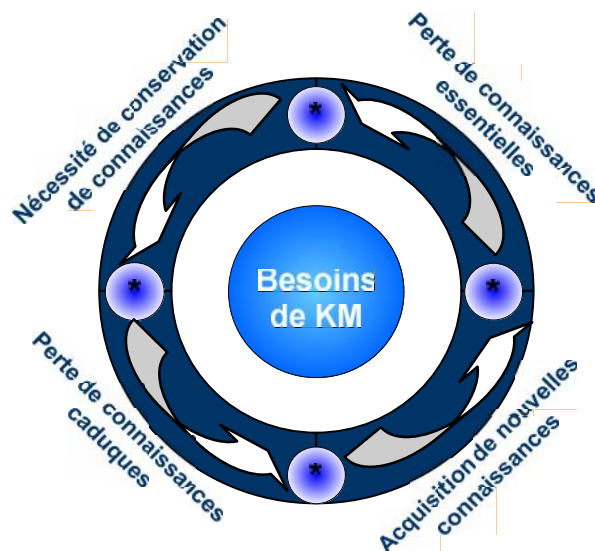
La connaissance constitue un levier stratégique pour l'entreprise, car c'est à la fois un capital économique, une ressource stratégique, un facteur de stabilité et un avantage concurrentiel décisif. Déjà, un certain nombre de fonctionnalités du KM commencent à être intégrées dans des environnements tels que les ERP (Entreprise Resource Planning), les EPM (Entreprise Performance Management) ou les outils de SCM (Supply Chain Management) [Tiwana; 2001].

1.7. BESOINS FONDAMENTAUX DE L'ENTREPRISE POUR LE KM

A travers la littérature et d'après nos recherches, nous avons recensé les origines qui motivent les entreprises à vouloir gérer leurs connaissances et nous les avons regroupées suivant quatre grandes familles comme illustré dans la figure 1-7. Il faut bien noter que les entreprises ont parfois:

- Le devoir de conserver les connaissances,
- Subi des pertes de connaissances,
- Besoin de plus de connaissances,
- Besoin de perdre des connaissances.

FIGURE 1-7 : BESOINS ET INTÉRÊTS DES ENTREPRISES POUR KM



Source : S.Mah / A pull Approach to Knowledge Management

Nous allons maintenant détailler le contenu de chacune de ces familles.

Le devoir de conserver le capital cognitif

Sous cette expression, nous rassemblons des préoccupations préventives, c'est-à-dire, pour éviter l'apparition de nouveaux dysfonctionnements (que l'on n'a pas expérimentés dans le passé), ou pour améliorer les perspectives d'avenir. Ainsi, pour conforter les chances de pérennité de l'entreprise, on peut vouloir conserver les connaissances que l'on met en pratique dans le présent, ce qui garantit la continuité de leur existence dans l'avenir. Cette préoccupation est rarement exprimée telle quelle par les entreprises, si ce n'est pour l'expression de « bonnes intentions » suivies de peu d'effets (ce que Davenport appelle la « profession de foi ! ») face à un court terme de plus en plus pressant. Il y a là un enjeu important pour l'entreprise à réussir à évaluer ces perspectives et surtout à réussir à les traduire en objectifs à atteindre. Sans cette traduction, ses employés préféreront sûrement atteindre leurs propres objectifs à court terme – sur lesquels ils sont jugés – que d'augmenter les perspectives de succès de leurs successeurs au détriment de leur propre réussite.

Les pertes de connaissances

Même sans avoir déjà expérimenté de pertes significatives de connaissances, on peut considérer que le patrimoine de connaissance de l'entreprise est vital car une perte brutale ou une déperdition de connaissances est susceptible de paralyser l'entreprise. Cette catégorie correspond à des pertes de connaissances qui ont eu lieu dans l'entreprise et dont l'entreprise se rend compte. C'est une sorte de constat de décès du type : " On ne sait plus faire " [D. Loubet; 1992]. En effet, on ne peut pas grand-chose pour les connaissances déjà perdues, mais cela provoque dans l'entreprise, de façon réactive, une volonté d'éviter à l'avenir que de nouvelles pertes de connaissances puissent se produire [S. May, 1995]. C'est selon nous une des explications majeures de la préoccupation de gestion des connaissances qu'expriment les entreprises aujourd'hui; la plupart d'entre elles ayant subi de nombreuses démarches de réduction des coûts à travers une recherche effrénée de rentabilité (reengineering, downsizing...) qui se poursuit encore récemment à travers de nombreuses fusions-acquisitions desquelles découlent aussi de nombreuses économies en raison de la suppression de personnel qui s'ensuit.

Le besoin de plus de connaissances

Les deux catégories précédentes se situent dans un contexte de conservation de connaissances que l'on possède. L'entreprise ne peut pas se contenter de conserver des connaissances qu'elle possède déjà, mais doit aussi en créer de nouvelles. La logique d'optimisation consiste généralement à fabriquer la même chose pour moins cher et le contexte concurrentiel est tel que beaucoup d'entreprises disparaissent. Une alternative consisterait alors à innover pour créer continuellement de nouveaux produits (au sens large) compensant la réduction inexorable. Cela correspond au cycle de vie des produits : les ventes et profits d'un bien passent successivement par les phases d'introduction, de croissance, de maturité puis de déclin. Les profits plafonnent pendant la phase de maturité et commencent à se réduire alors que les ventes ont stagné puis décliné. Le cycle s'étant raccourci, l'entreprise doit, pour survivre, malgré le déclin annoncé de chacun de ses produits, créer sans cesse de nouveaux produits. Il est donc nécessaire d'innover à plus haute fréquence.

Le besoin de perdre des connaissances

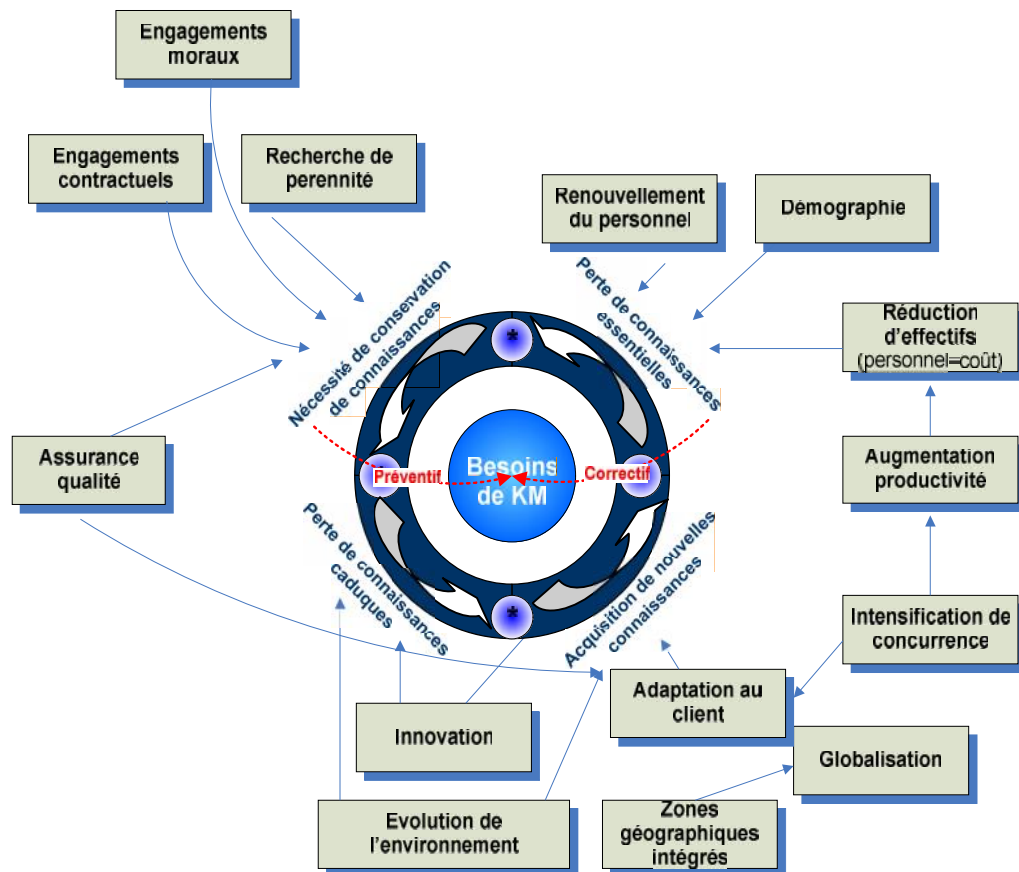
A priori paradoxal après avoir présenté le problème de la perte de connaissances avec le départ des personnes, la perte de connaissance est une nécessité bénéfique dans certaines situations. Il faut éliminer des connaissances, afin de permettre l'innovation [B.Hedberg; 1981]. C'est le cas lors d'un changement radical de technologie, de processus ou de structure. La connaissance a donc cet effet particulier de parfois procurer un désavantage à celui qui la possède, mais dans certains cas seulement. Pour pouvoir faire face efficacement à ce type de situation, il faut être capable d'utiliser ses connaissances, mais aussi de savoir les remettre en cause, lorsque cela s'impose, en prenant le recul nécessaire. Avec le même raisonnement, il peut être nécessaire d'éliminer des connaissances qui sont devenues obsolètes et qui sont tellement instituées, dans les procédures ou dans l'esprit de certaines personnes. Même si leurs justifications n'existent plus, elles continuent à imposer des contraintes.

1.7.1. LES ORIGINES DES BESOINS DE L'ENTREPRISE POUR KM

Aussi, il y a un enjeu important pour l'entreprise de faire en sorte que les connaissances vitales à sa survie ne partent pas à la retraite avec les personnes. A l'aube de cette grande vague de départ à un rythme soutenu, est-il encore temps de réagir ? Même s'il est peut-être déjà un peu tard, plus rapide sera la réaction, moins désastreuses en seront les conséquences. Le besoin de gestion des connaissances pour l'entreprise possède désormais une réalité économique incontestable, que toute entreprise doit intégrer sérieusement et traiter en conséquence, selon ses besoins propres.

Si ce besoin est correctement satisfait, l'entreprise en retirera des bénéfices évidents en termes de performance et de pérennité. Dès lors, un certain nombre de voix s'élèvent pour avertir du risque de passer à côté des enjeux réels de la gestion des connaissances. Ce risque est également bien réel et fondé. Nous pensons qu'il est possible d'éviter ce risque à condition de bien le connaître. C'est pourquoi nous allons maintenant étudier quelques mécanismes et manifestations qui le font surgir. La figure 1-8 présente une synthèse des principaux facteurs du besoin de gestion des connaissances.

FIGURE 1-8 : PRINCIPAUX FACTEURS DU BESOIN DE KM

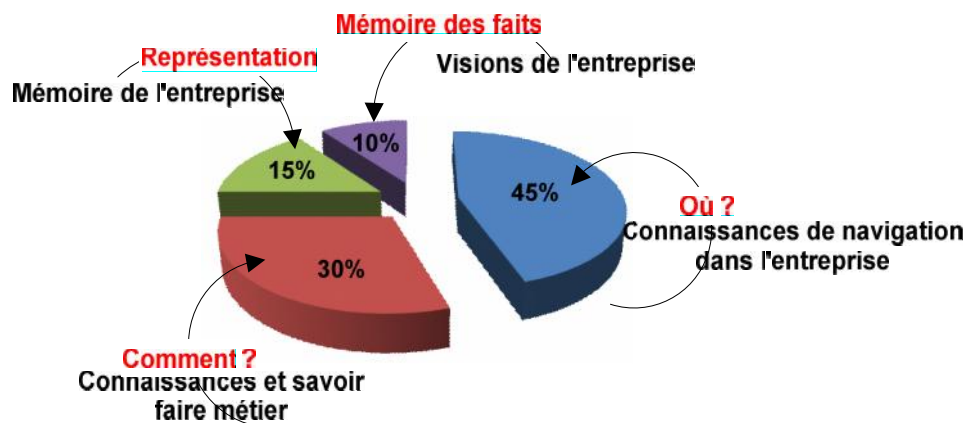


Source : Mah 98

1.8. CONNAISSANCE DANS L'ENTREPRISE

La connaissance dans l'entreprise est souvent assimilée à la connaissance des métiers de base de l'entreprise et notamment à la connaissance technique. Nous remarquons sur la figure 1-9 que la connaissance de métier ne représente que de l'ordre d'un tiers des connaissances nécessaires pour travailler efficacement d'après une étude de [K. Wiig ; 1998]. Selon cette étude, la connaissance la plus importante est celle qui concerne la navigation dans l'entreprise, indiquant, par exemple, où trouver une expertise particulière, et comment contacter la personne qui la détient dans l'entreprise.

FIGURE 1-9 : RÉPARTITION DE LA CONNAISSANCE DE L'ENTREPRISE



Source: Karl Wiig ; 1998

L'étude de Karl Wiig montre que certains projets dans les entreprises auraient parfois tendance à ne s'intéresser qu'aux connaissances et savoir-faire des métiers de base. Cette étude affirme qu'une telle approche serait très réductrice lors de la conduite du patrimoine et du capital de l'entreprise. Nous pouvons rapprocher cette étude d'un constat souvent réalisé lors de la mise en place d'intranets dans les entreprises ; ce qui surprend souvent est l'intérêt considérable que semble apporter un simple annuaire recensant les fonctions, domaines d'expertise et coordonnées des collaborateurs dans l'entreprise. C'est bien d'une petite partie de cet aspect de navigation dans l'entreprise que traite l'annuaire. Mais la navigation dans l'entreprise ne se limite pas à une description succincte des domaines d'expertise des personnes, mais inclut l'organisation, les processus, etc.

1.8.1. LES RESSOURCES DE LA CONNAISSANCES DE L'ENTREPRISE

Comme nous l'avons souligné auparavant, les connaissances et leurs représentations se situent particulièrement dans l'esprit des personnes. Chaque personne peut être considérée comme détentrice d'une partie des connaissances de l'entreprise. Les experts sont bien sûr détenteurs de nombreuses connaissances, mais aussi les techniciens et les ingénieurs de laboratoires qui ont la charge d'exécuter les routines et les expériences. Chaque intervenant dans l'organisation effectue par la force des choses des choix tacites au moment même de la réponse à un besoin spécifique. Loubet nous précise que « les ingénieurs et techniciens répertorient rarement les connaissances qu'ils mettent en œuvre, sauf par obligation dans des documents contractuels » [Loubet ; 1992].

Si les connaissances – au sens propre de notre définition – ne se trouvent que dans l'esprit des personnes, nous pouvons également trouver des représentations de ces connaissances sur des supports artificiels que nous appelons aussi connaissances, par simplification. Ces représentations présentent la potentialité bénéfique ou obsolète pour permettre la création de nouvelles connaissances dans l'esprit d'une personne – en l'occurrence, du lecteur – ces nouvelles connaissances correspondent alors à l'interprétation que la personne fait des représentations.

Une partie des connaissances de l'entreprise est localisée volontairement ou involontairement dans des outils. Ces connaissances auxquelles on n'accorde pas l'attention nécessaire sont très nombreuses. On trouvera beaucoup de règles de gestion dans les documents (formulaires) et dans les outils informatiques. On notera que ces connaissances présentent un risque important d'obsolescence car elles sont intégrées et automatisées sous une forme dérivée et notamment souvent contingente à un contexte particulier. La détection de l'inadéquation éventuelle est alors conditionnée par une prise de recul pour faire le lien entre la procédure automatique, qui n'est pas censée être remise en cause, et l'évolution de l'environnement dans une direction incompatible, ce qui conditionne la définition de la procédure.

Dans une certaine mesure, une organisation peut être vue aussi comme un outil. Des objectifs donnent lieu à la création et la concrétisation de l'outil ou de l'organisation, mais, ensuite, dans son fonctionnement ou dans son utilisation, l'absence de vision globale et la perte de vue des objectifs originels peut conduire à la poursuite d'objectifs conformes avec les exigences de l'outil ou de l'organisation mais en contradiction avec les objectifs originels de l'organisation ou de l'outil. Cette question est très complexe à traiter mais il est de plus en plus périlleux de l'éluder. En effet, l'accélération de l'évolution de l'environnement nécessite de maîtriser de plus en plus d'adaptations de l'organisation et des outils. Pour que les adaptations contribuent à la satisfaction des objectifs originels de l'organisation, une vision globale doit être adoptée. Cela nécessite une transparence dans le travail de chacun et une démarche permettant à chacun de situer son travail par rapport aux objectifs de l'organisation.

1.9. GESTION DE LA CONNAISSANCE POUR L'ENTREPRISE

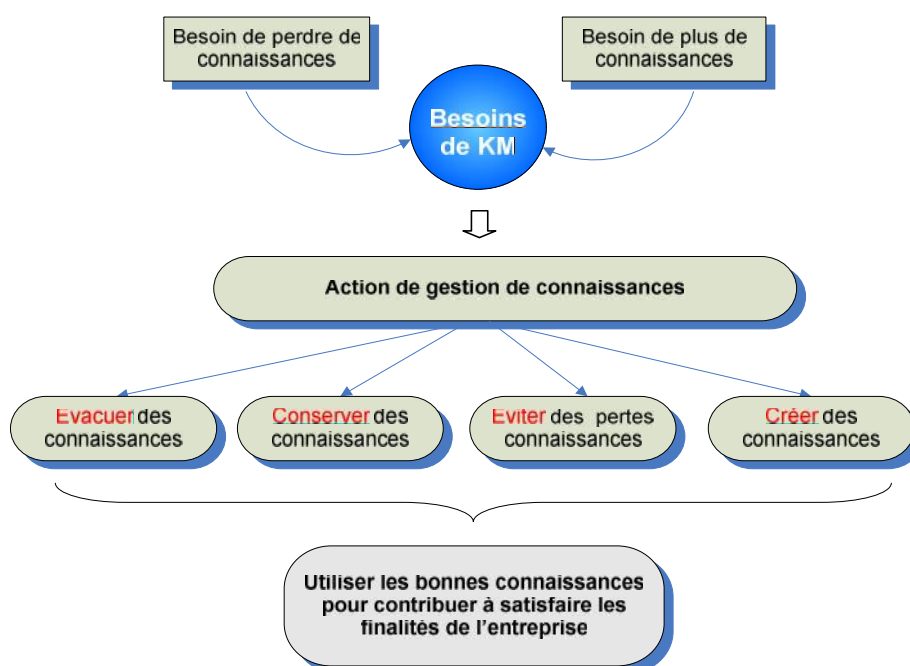
Les entreprises dites intelligentes prennent progressivement conscience du capital que représente la matière grise de leurs ressources humaines et cognitives. Si le développement du KM a ouvert de nouvelles perspectives, l'aspect organisationnel et managérial demeure essentiel pour appréhender une véritable culture de partage du capital des ressources de l'entreprise. Le principe subordonné au concept KM, est que « la connaissance constitue une ressource critique et facteur de compétitivité déterminant pour un pays, une industrie, une entreprise », selon Peter Drucker.

La démarche KM est donc par essence pluridisciplinaire. Les technologies supportant le KM sont généralement construites autour de ce qu'on appelle les mémoires de projet. Plusieurs typologies de mémoires de projets de l'entreprise ont été proposées dans la littérature. Elles peuvent être utiles pour déterminer les connaissances essentielles à capitaliser. Nous détaillons plus loin notre analyse autour de la question de la mémoire de projet particulièrement au niveau de sa structure technique et organisationnel. Dans ce qui suit, nous allons voir les besoins importants de l'entreprise qui l'incite à construire son patrimoine de connaissances.

1.9.1. LES BESOINS FONDAMENTAUX DE L'ENTREPRISE POUR LE KM

Le KM s'impose comme devant être une nouvelle fonction support pour l'ensemble de l'entreprise, au même titre que le contrôle de gestion ou la qualité. La mission de cette activité (KM) est de mettre en œuvre les actions relatives à la connaissance permettant à l'entreprise d'atteindre au mieux ses finalités dont les principales sont le profit et la pérennité.

FIGURE 1-10 : FONDEMENTS ET CONTRIBUTIONS DE LA GESTION DE CONNAISSANCES



Aussi, la connaissance n'est pas un but en soi mais un moyen d'atteindre des finalités qui ne sont autres que les finalités ultimes de profit et de pérennité. La connaissance est recherchée pour la capacité à faire qu'elle confère à ses possesseurs. L'atteinte des finalités ultimes de l'entreprise peut passer par la contribution à l'atteinte des finalités dérivées que poursuit chaque fonction de l'entreprise afin d'améliorer la poursuite des finalités de l'entreprise. La figure 1-10 illustre comment, partant des constats effectués auparavant justifiant le caractère réel du besoin de gestion des connaissances, il va s'agir de mettre en œuvre un ensemble d'actions coordonnées contribuant à la satisfaction des objectifs ultimes de l'entreprise à travers l'utilisation de connaissances d'une façon mieux maîtrisée.

Il faut bien noter que l'échange de connaissances, fait partie de « créer des connaissances », puisqu'un échange de connaissance correspond à la création d'une connaissance chez l'apprenant, cf. figure 1-10.

1.9.2. CONTRIBUTIONS AUX FINALITÉS DE L'ENTREPRISE

La contribution aux finalités de l'entreprise à travers la gestion des connaissances peut se faire dans plusieurs directions complémentaires. Nous allons donner ici deux finalités assez souvent partagées par les entreprises pour illustrer les domaines auxquels la gestion des connaissances peut contribuer.

AMÉLIORER LES PRODUITS / SERVICES

La connaissance peut aider à améliorer les produits et les services de l'entreprise, ce qui permet par conséquent de pérenniser et d'augmenter la productivité dans un contexte concurrentiel qui nécessite d'améliorer sans cesse les produits pour survivre. Ces améliorations peuvent être menées avec une meilleure connaissance du client et de ses besoins, la variété des produits adaptés aux clients nécessitant plus de connaissances pour la maîtriser. Des connaissances nouvelles peuvent également permettre des innovations plus radicales comme l'intégration des bénéfices d'une nouvelle technologie dans les produits proposés par l'entreprise. La connaissance peut être vue comme un moyen de se différencier par rapport à la concurrence. En maîtrisant des connaissances permettant de réaliser des produits ou services originaux que la concurrence ne maîtrise pas encore, on peut être en présence d'un avantage concurrentiel décisif, c'est-à-dire celui qui remporte le choix du client.

AMÉLIORER SON FONCTIONNEMENT

Le premier axe pour l'amélioration des perspectives de profit et de pérennité de l'entreprise est l'augmentation de la productivité. Un axe complémentaire qui peut être également poursuivi est de diminuer les coûts de production : il s'agit de produire autant mais en limitant les dépenses pour effectuer la même production. Nous pouvons essayer d'éviter de répéter des erreurs déjà survenues dans le passé et essayer de reproduire autant que possible les réussites que l'entreprise a connues.

Une erreur peut engendrer des coûts très importants. C'est notamment le cas d'un objet non conforme en bout de chaîne de valeur : si elle ne peut pas être remise en conformité, toute la chaîne de valeur doit être effectuée à nouveau et il en résulte un coût doublé. Il y a donc un enjeu important pour l'entreprise à chercher à diminuer ses coûts, qui lui permettra de diminuer ses prix tout en se ménageant une marge satisfaisante. C'est ainsi en améliorant les manières de faire que l'entreprise pourra assurer son profit et sa pérennité.

ÉVALUATION ET RETOUR SUR INVESTISSEMENT

La connaissance n'échappe pas à la règle de toute gestion dans l'entreprise : la rentabilité. Comme nous venons de le voir, la connaissance peut contribuer au profit et à la pérennité de l'entreprise, à condition qu'elle soit correctement choisie et qu'elle permette un certain retour sur investissement. L'investissement correspond à l'ensemble des actions qui sont menées autour de la connaissance, et retour aux gains qui sont obtenus au moyen de cet investissement (et se constatent essentiellement a posteriori).

Dans la troisième partie « Évaluation », nous détaillerons plus en profondeur l'aspect rentabilité et analyse des coûts. Ces coûts sont faciles à identifier si l'on recense le coût des actions et des équipements éventuels engagés pour développer, échanger utiliser des connaissances. Par contre le retour sur investissement est plus difficile à déterminer. En effet, cela nécessite de connaître précisément l'utilité des connaissances mobilisées dans l'action et de savoir retracer l'origine de la possession de ces connaissances afin de déterminer avec précision si elles proviennent ou non d'actions de gestion des connaissances. Malgré la difficulté, la question du retour sur investissement est une question centrale de la problématique de gestion des connaissances, tant pour justifier son existence que comme un indicateur permettant de choisir les actions à entreprendre sur la connaissance.

DÉVELOPPER UN CONTEXTE DE COOPÉRATION

La question de la motivation des personnes impliquées dans les différentes opérations relatives à la création et à l'utilisation de la connaissance est importante pour le partage et l'échange des connaissances au sein de l'entreprise. Cette question est essentielle et conditionne la réussite de la démarche de gestion des connaissances. Elle ne peut être concrétisée sur le champ d'application sans démarches d'accompagnement. Les changements de mentalités peuvent être nécessaires pour permettre une implication concrète des personnes sur les actions de gestion des connaissances.

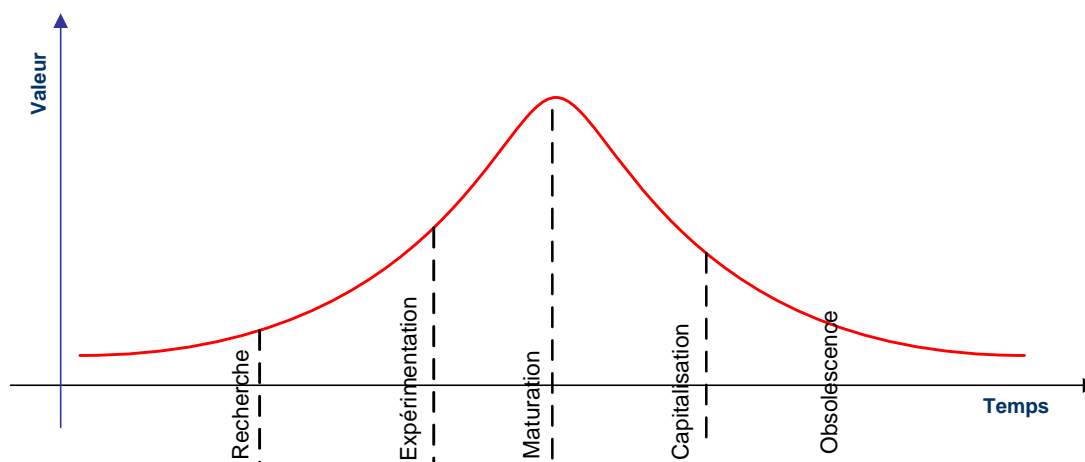
La gestion des connaissances aura des conséquences sur les enjeux dans l'entreprise, à commencer par les enjeux de pouvoir [A. Toffler, 1991] qu'elle peut bouleverser. Le comportement

individualiste qui a été le plus souvent favorisé à outrance dans l'entreprise doit être modéré pour permettre la coopération et faciliter les échanges de connaissances. En effet, il est très difficile, voire aléatoire et dangereux, d'évaluer la participation personnelle de chacun des membres de l'entreprise individuellement sur ses apports en termes de connaissances. La coopération passe par le partage – effectif – d'objectifs commun (et non pas uniquement individuels) comme condition nécessaire.

1.10. DIFFÉRENTES FORMES DU SAVOIR

Selon Alain Bouvier « Le savoir est un ensemble structuré de connaissances et d'informations acquises soit par l'apprentissage soit par l'expérience », [A. Bouvier; 1998]. A partir de cette hypothèse, Il faut le considérer comme une denrée périssable. Bouvier ajoute que le cycle de vie d'une unité de savoir a une durée limitée dans le temps plus ou moins longue en fonction de différents critères selon son type, son origine ou son secteur d'activité.

FIGURE 1-11 : CYCLE DE VIE DU SAVOIR



Source : Jean-Yves Buck –
Le guide de Management de connaissances – 2000

Dans le même sens, Jean-Yves PRAX associe le savoir à la connaissance et le considère comme un espace de trois dimensions : les connaissances, les savoir-faire et le savoir-être¹¹. Par ailleurs, il distingue quatre formes de savoir inspirées de définitions d'origine grecque :

- Connaissance abstraite, (épistémè),
- Connaissance permettant l'accomplissement d'une tâche (techné),
- Sagesse sociale (phronesis),
- Connaissance conjecturale, flair, ruse (mètis).

De manière générale, les connaissances se rapportent au contenu : elles désignent non plus une relation personnelle d'un sujet aux objets du monde qui l'environne, mais ce qui peut s'abstraire de cette relation, pour être retransmis à d'autres individus. Dans cette acception, les connaissances relèvent non plus des individus isolés, mais de la communauté des individus, des échanges qu'ils nouent entre eux et de ce qui autorise ces échanges, à savoir signes, systèmes de signes, langues et langages, au moyen desquels la communication devient possible.

1.11. PARADIGME DE LA CONNAISSANCE

Les connaissances de l'entreprise comprennent d'une part, des savoirs spécifiques qui caractérisent ses capacités d'étude, de réalisation et de support de ses produits et de ses services, d'autre part, des savoir-faire individuels et collectifs qui caractérisent ses capacités d'action, d'adaptation et d'évolution. Déposées dans les archives et les têtes des personnes, elles sont constituées :

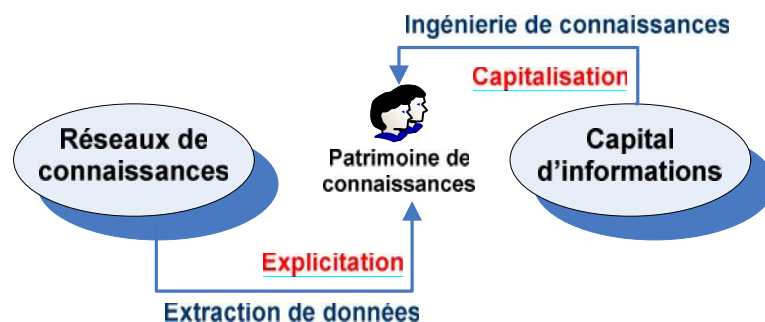
¹¹ Le savoir-être et le savoir-vivre définissent le positionnement d'un individu dans son système social. A l'instar de Marie-Louise PIERSON, on peut parler d'intelligence relationnelle.

- D'éléments matériels (les données, les procédures, les plans, les modèles, les algorithmes, les documents d'analyse et de synthèse),
- D'éléments immatériels (les habilités, les secrets de métiers, les logiques d'action individuelles et collectives non-écrites, l'historique et des contextes décisionnels).

Dieng considère la gestion de connaissances comme un processus d'explicitation, de modélisation, de partage et d'appropriation des connaissances. Les méthodes disponibles dans la littérature visent la définition d'une mémoire d'entreprise comme étant un patrimoine de connaissances d'organisation. Nous pouvons classer ces méthodes en deux grandes catégories : les méthodes de capitalisation et les méthodes d'extraction des connaissances.

Le processus d'explicitation de la connaissance, comme le montre la figure 1-12, revient à tracer les événements qui ont précédé la prise des décisions par rapport à une situation donnée. La situation décrite, en l'occurrence, une étape déterminée de projet qu'on peut supposer reproductible ou réutilisable dans le temps. La qualité d'estimation de la reproductibilité d'un événement dans le cycle de vie de projet revient aux acteurs notamment l'expert qui détient une vision globale et des informations spécifiques sur le déroulement du projet dans le moindre détail.

FIGURE 1-12 : PRINCIPE D'EXPLICITATION DE LA CONNAISSANCE



Source : Dieng

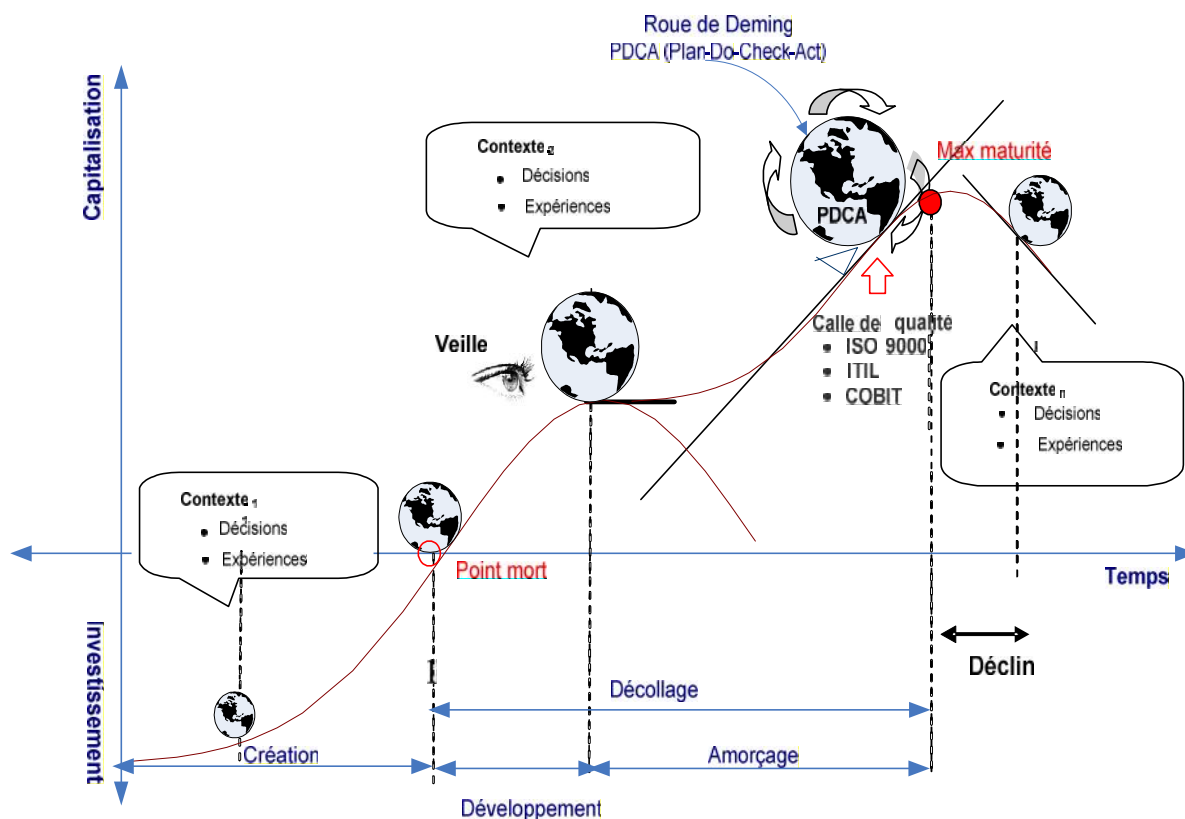
En effet, pour pouvoir comprendre l'évolution d'un projet ainsi que les décisions prises pendant son déroulement, l'expert, en situation de réutilisation, a besoin d'examiner les informations relatives à des problèmes rencontrés dans des expériences proches, de connaître et de comprendre les solutions envisagées ainsi que les options rejetées, leurs justifications et les décisions prises à la fin de chaque phase. Ainsi, comprendre le contexte de la résolution des problèmes a autant d'importance que la résolution elle-même car l'expert a besoin aussi de situer ces problèmes dans leur environnement pour pouvoir comprendre les raisons derrière l'acceptation ou le rejet de telle ou telle solution. Il est vrai que, pendant le processus de conception, des traces de réalisations intermédiaires peuvent être gardées, tels que les détails de résolution de problème les résultats liés etc. Ces traces forment une partie du capital acquis pendant la réalisation du projet. Une autre partie de ce capital naît aussi de l'apprentissage des stratégies déployées pour résoudre les problèmes et surmonter les obstacles. C'est dans le but d'un besoin de tracer les processus de conception d'une mémoire de projet que le prochain paragraphe se situe. Dans ce paragraphe nous allons présenter quelques définitions du concept de traçabilité, les domaines d'application de la traçabilité et la traçabilité dans le domaine de conception qui est un des objectifs de la mémoire de projet.

1.12. CYCLE DE VIE ET TRAÇABILITÉ DE LA CONNAISSANCE

Le terme traçabilité est un néologisme qui vient de l'anglais qui veut dire - trace ability - une définition de la traçabilité qui répond à nos besoins correspond à celle annoncée par E.W. Bernard qui consiste à dire que la traçabilité est « *le degré de facilité avec lequel il est possible de suivre un concept, une idée ou un autre élément vers un point situé en aval ou en amont dans le même processus* ». Dans le contexte de notre approche, nous concevons la traçabilité dans un processus de conception comme une projection dans l'histoire en amont ou en aval permettant de retrouver l'état d'une justification et les liens que peut avoir cette justification avec ses différentes valeurs dans le

temps. La figure 1-13 montre les différentes phases du cycle de vie de la connaissance dans l'entreprise en lien avec le cycle du savoir. Il faut bien préciser que le cycle du vie dépend de plusieurs paramètres comme le contexte qui englobe les décisions prises pendant de la conception du projet et les expériences cumulées lors de l'évolution du projet. A ces paramètres s'ajoutent l'effet du transfert de connaissances (synergie) et le transfert des compétences de l'expert. Ces paramètres sont essentiels pour déterminer la **traçabilité** de toute problématique de gestion et de réutilisation de connaissances.

FIGURE 1-13 : CYCLE DE VIE DE LA CONNAISSANCE DANS L'ENTREPRISE



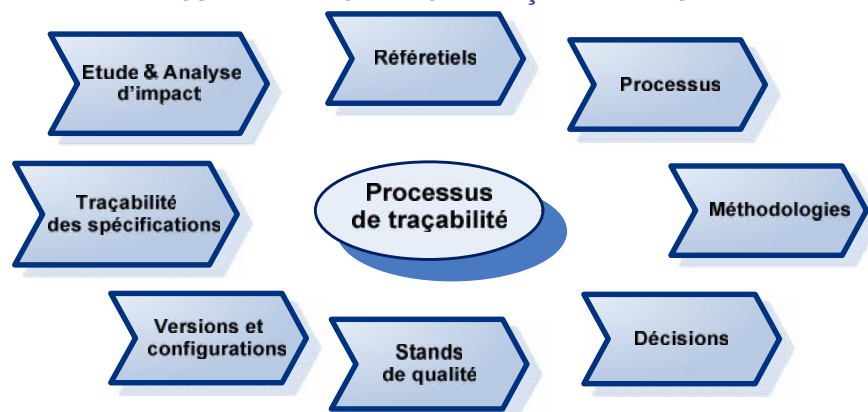
En effet, notre approche perçoit la mémoire de l'entreprise comme un ensemble des **leçons**, des **décisions** et des **expériences** vécues. Cependant, la question qui se pose est la suivante : comment faire pour formaliser les informations extraites instantanément d'une activité pour assurer une meilleure **traçabilité** du processus de réutilisation de connaissances ? C'est ce que nous allons développer dans la suite pour parvenir à donner des éléments de réponses à ces interrogations.

Dans le cadre du processus de conception, la traçabilité est une démarche cruciale qu'il ne faut pas négliger. Ainsi les acteurs d'un projet choisissent une solution parmi plusieurs en se basant sur un raisonnement collectif qui prend en compte tous les éléments influençant directement ou indirectement le processus de conception. Pendant ce processus de conception, des traces de réalisations intermédiaires peuvent être gardées telles que les croquis, les dessins, les cahiers des charges, les lettres, les comptes rendus, les e-mails, les échantillons, etc. Ces traces forment une partie du capital acquis pendant la réalisation du projet.

1.12.1. DOMAINES CONCERNÉS PAR LA TRAÇABILITÉ

Malgré son importance, la traçabilité du processus de conception n'est pas considérée véritablement comme un domaine à part entière de l'informatique. Par conséquent, le sujet est abordé à des degrés différents par des domaines bien établis. La figure 1-14 montre bien les domaines qui gravitent autour de ce processus. Nous ne prétendons pas l'exhaustivité de la représentation ci-dessous. Par contre, nous tenons à montrer l'essentiel des domaines qu'elle couvre.

FIGURE 1-14 : DOMAINES DE TRAÇABILITÉ DANS KM

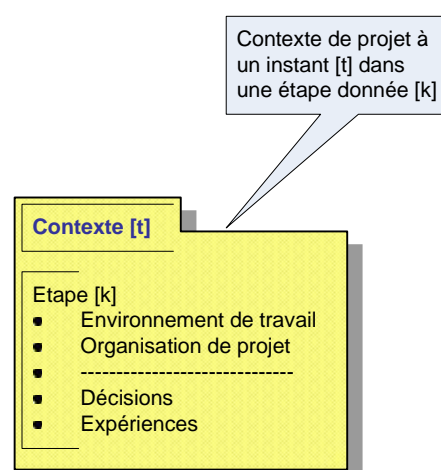


Source : Nadia Matta – Rapport de Recherche INRIA N. 3819, Novembre 1999

1.13. CONTEXTE DE PROJET DE L'ENTREPRISE

Nous avons souligné plus haut qu'un projet dépend d'un contexte à un instant donné lors de la construction de la mémoire du projet de l'entreprise, cf. figure 1-15. Donc, par contexte de projet nous entendons toutes les informations pouvant être utilisées pour caractériser la situation d'un projet à un instant [t] de chaque étape de projet [Giard, 1991].

FIGURE 1-15 : CONTEXTE DE PROJET



Source : Nadia Matta – Rapport de Recherche INRIA N. 3819, Novembre 1999

1.13.1. OBSERVATIONS DU CONTEXTE D'UN PROJET D'ENTREPRISE

Nous envisageons dans notre approche de représenter une vision plus complète du contexte du projet en mettant en avant les relations de ses éléments avec ceux de la logique de conception. Nous pouvons observer certains efforts dans certains formalismes tels que DIPA¹² [Lewkowicz et al. 1999] pour représenter l'organisation du travail en un workflow [tâche/rôle]. Cependant, d'autres éléments restent également à identifier comme les contraintes, les directives, les ressources et les compétences, etc. Les décisions et les expériences dépendent naturellement de la nature de projet et de sa spécificité. En générale les décisions sont prises collectivement dans un contexte de collaboration. Ce sont donc ces paramètres qui peuvent influencer qualitativement la mémoire de projet, c'est-à-dire le contexte, les décisions, les processus, etc.

¹² : DIPA : Méthode d'ingénierie de connaissances de résolution de problème lié à la connaissance

1.13.2. COMPOSANTES DU CONTEXTE DE PROJET

Le contexte de projet contient essentiellement :

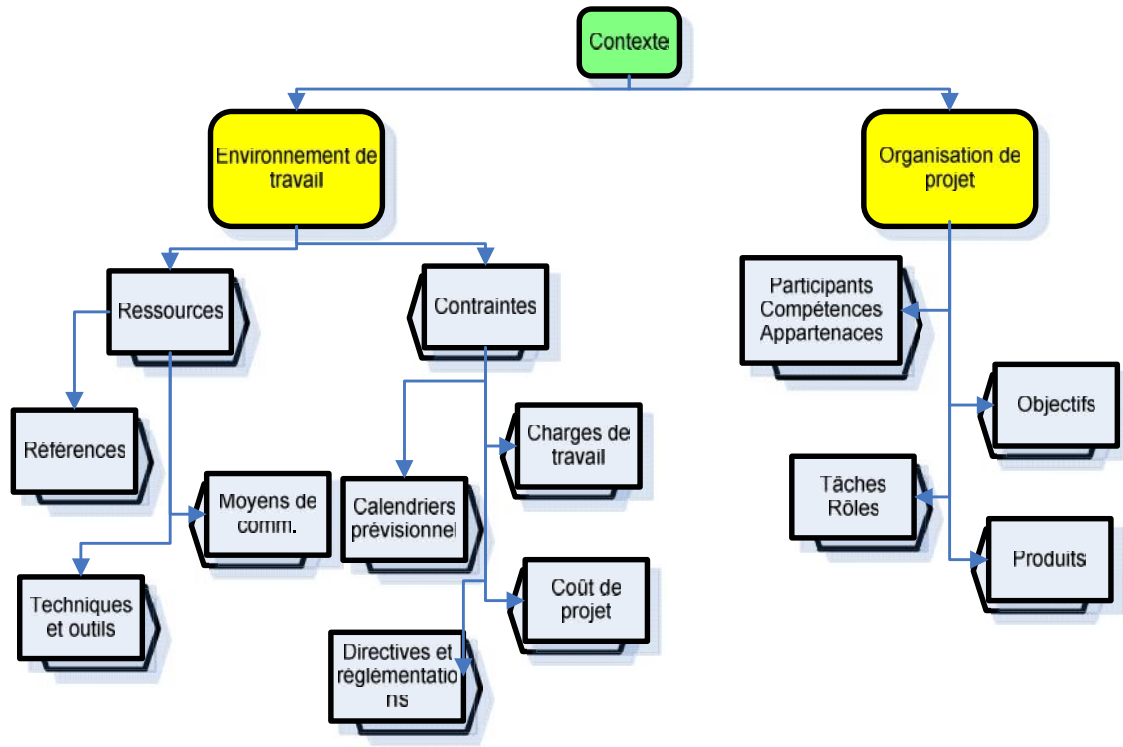
La description de l'environnement de travail

- Les ressources nécessaires,
- Les référentiels et les méthodes
- Les directives et les contraintes

L'organisation de projet

- Les acteurs du projet
- Les rôles de chaque acteur
- La planification et l'affectation de tâches

FIGURE 1-16 : NOTIONS DE CONTEXTE DE LA MÉMOIRE DE PROJET



1.14. CLASSIFICATION DES CONNAISSANCES SELON LE CONTEXTE

Dans notre approche de la problématique de la réutilisation de connaissances, nous nous intéressons uniquement aux connaissances dont le besoin s'est fait manifesté dans les projets en cours sans que celles-ci soient formalisées au préalable. La connaissance est très fortement liée à l'action, puisque c'est la première qui permet la deuxième et c'est aussi pour cette capacité à faire qu'elle concède à ses possesseurs que l'entreprise s'intéresse à ses connaissances.

1.14.1. LES CLASSIFICATIONS PUO¹³

La situation de travail sur un projet nous donne le cadre conceptuel permettant de définir les activités cognitives effectuées. La situation se définit comme le triplet regroupant une personne (ou un ensemble de personnes), une tâche et un contexte: Situation = {Personne, Tâche, Contexte}

La personne est l'acteur qui réalise la tâche contribuant au projet. La tâche est un ensemble d'opérations effectuées par la personne pour contribuer aux sous-objectifs du projet qui lui ont été donnés. Le contexte est le projet dans lequel intervient la tâche définissant les objectifs, ainsi que de toutes les actions, comme les autres projets en cours, l'état des ressources etc. Soit :

- P : l'ensemble des personnes dans l'entreprise
- T : l'ensemble des tâches effectuées par les personnes
- C : l'ensemble des contextes de réalisation de tâches dans l'entreprise.

¹³ : PUO : Propriétaire – Utile – Mis-en-œuvre

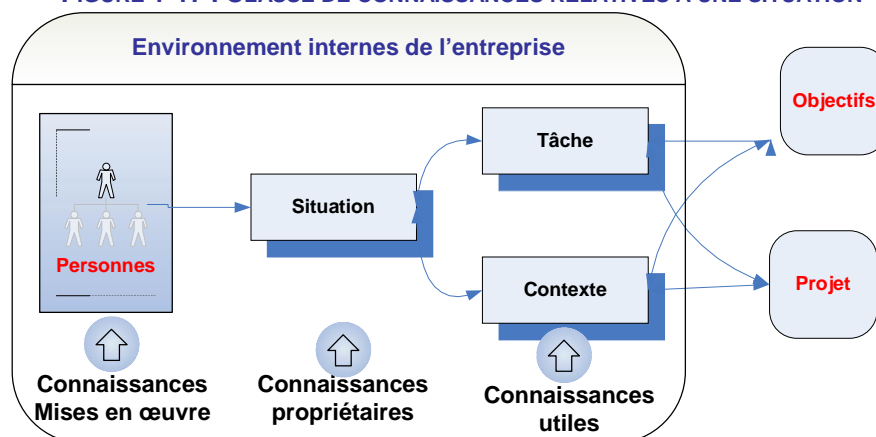
La situation se définit comme un élément du produit cartésien ($P \times T \times C$). Donc, la situation de travail sur un projet réunit ainsi les éléments suivants :

- Une (des) **personne(s)**, qui réalise(nt) la tâche,
- Des **objectifs**, qui ont été affectés à la tâche (pour contribuer au projet),
- Des **actions**, qui sont effectuées par la personne pour accomplir la tâche,
- Des **connaissances**, qui sont utilisées par la personne pour décider des actions à réaliser et pour les réaliser de façon à satisfaire les objectifs,
- Des **objets** physiques ou conceptuels sur lesquels sont effectuées les actions.

La dépendance qui nous intéresse, et qui intéresse l'entreprise, est celle qui permet de définir les actions à réaliser et de les réaliser de façon satisfaisante en ayant recours aux connaissances nécessaires. En d'autres termes, les connaissances peuvent être vues comme une fonction de la situation. Connaissant la tâche à réaliser et l'environnement, nous pouvons déterminer que les connaissances nécessaires sont possédées par les personnes ayant effectué cette même tâche dans le même environnement. Dans la figure 1-17, nous retrouvons la situation définie comme le triplet {personne, tâche, contexte}. L'environnement et la tâche peuvent être caractérisés en termes d'objectifs et de projet (qui se réfère lui-même à des objectifs et à l'organisation qu'il met en œuvre). Par rapport à chaque situation, nous pouvons distinguer théoriquement trois classes de connaissances associées à la situation considérée. Ces trois classes sont les suivantes :

- C_p : classe des connaissances propriétaires,
- C_u : classe des connaissances utiles,
- $C_{\text{œ}}$: classe des connaissances mises en œuvre.

FIGURE 1-17 : CLASSE DE CONNAISSANCES RELATIVES À UNE SITUATION



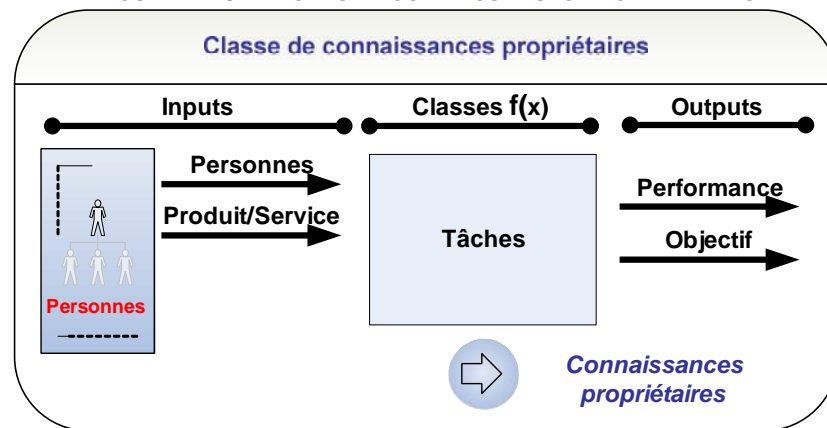
Considérant la classe C_t contenant toutes les connaissances qu'elles soient ou non propriétaires, utiles et mises en œuvre, qu'elles soient passées, présentes ou futures, nous pouvons définir les classes complémentaires (et respectivement exclusives) de ces classes :

- $\sim P = C_t - C_p$: classe des connaissances non propriétaires,
- $\sim U = C_t - C_u$: classe des connaissances inutiles,
- $\sim \text{œ} = C_t - C_{\text{œ}}$: classe des connaissances non mises en œuvre.

1.14.2. CLASSE DES CONNAISSANCES PROPRIÉTAIRES (C_p)

Ce sont des connaissances explicites et tacites que possède la personne qui est dans la situation. La notion de possession d'une connaissance intègre la connaissance elle-même dans une forme tacite, procédurale ou explicite ainsi que les méta-connaissances nécessaires à sa mobilisation dans la situation (cas d'emploi, mode d'emploi, utilité ...).

FIGURE 1-18 : TÂCHES ET CONNAISSANCES PROPRIÉTAIRES



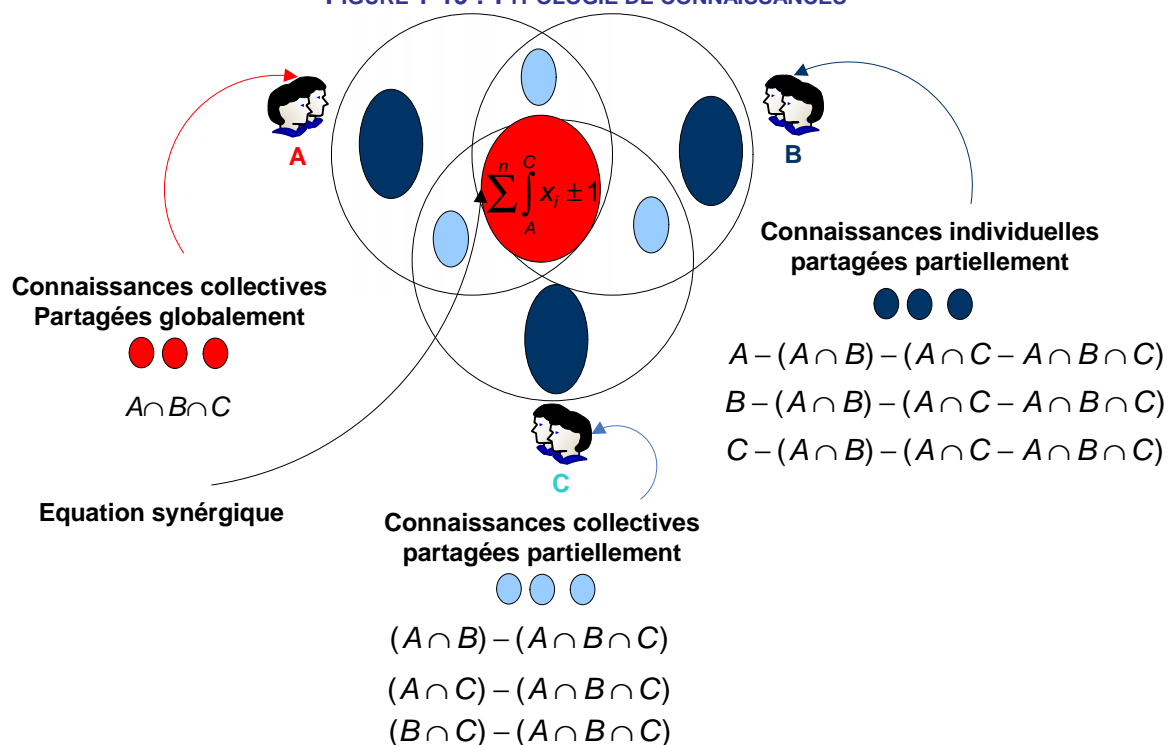
La figure 1-18 illustre les liens entre la tâche et les connaissances propriétaires. Les connaissances propriétaires par les personnes en situation de réaliser la tâche peuvent être utilisées par les personnes pour réaliser la tâche. Les connaissances propriétaires ne dépendent que des personnes participant à la situation et non pas de la tâche elle-même.

Si plusieurs personnes sont dans la situation, cette classe C_p est formée par l'union des classes de connaissances propriétaires par chacune des personnes dans la situation considérée. Pour cela, nous devons distinguer trois types de connaissances :

- Les connaissances individuelles et collectives réparties,
- Les connaissances partagées partiellement,
- Les connaissances partagées complètement.

Soit trois personnes P_A , P_B , P_C et les ensembles des connaissances qu'elles possèdent, respectivement $[A, B, C]$, que nous avons représentées dans la figure 1-19.

FIGURE 1-19 : TYPOLOGIE DE CONNAISSANCES



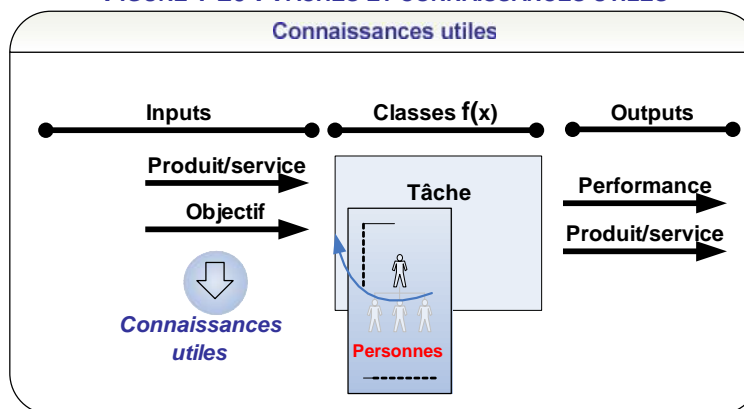
Source : R. Reix - A System for Distributed Collaborative Multimedia,
University of Minnesota TR 9236, June 1992

La connaissance répartie nécessite de réunir toutes les personnes, qui en possèdent chacune une partie, pour la mettre en pratique. Au contraire, la connaissance partagée peut être mise en pratique par une seule personne parmi celles qui la possèdent (notre définition de la “connaissance partagée” est la même que celle de [R. Reix, 1995]), de même que pour ses connaissances individuelles qu’elle peut mettre en œuvre seule. Chaque connaissance répartie (parmi plusieurs personnes) requiert plusieurs éléments de connaissance, pris parmi plusieurs ensembles de connaissances individuelles. Pour qu’une telle connaissance fasse partie de la classe C_p d’une situation, il faut que l’union des éléments de connaissances de chacune des personnes participant à la situation contienne tous les composants de la connaissance répartie considérée. Une connaissance partagée partiellement fait partie de la classe C_p de la situation considérée dès lors qu’au moins une des personnes participant à la situation la possède. Les connaissances individuelles de toutes les personnes participant à la situation font également partie de la classe C_p de la situation. Les connaissances partagées complètement font partie des classes C_p de toutes les situations.

1.14.3. CLASSE DES CONNAISSANCES UTILES (C_u)

Ce sont les connaissances qui sont utiles pour la situation, c’est-à-dire qui permettent de mieux atteindre les objectifs définis par la tâche et l’environnement. L’utilité est définie ici dans l’absolu, c’est-à-dire en faisant abstraction de la subjectivité qui conduit l’interprétation de cette utilité par les personnes en situation. Ainsi, si une connaissance est à tort jugée utile par une personne, elle ne se trouvera pas dans cette classe. A l’inverse, une connaissance dont l’utilité aura échappé à la personne en situation se trouvera malgré tout dans cette classe.

FIGURE 1-20 : TÂCHES ET CONNAISSANCES UTILES



La figure 1-20 montre les liens entre une tâche et ses connaissances utiles. Les connaissances utiles sont indépendantes des personnes. Pour définir la classe des connaissances utiles pour la situation comprenant cette tâche, les éléments déterminants sont :

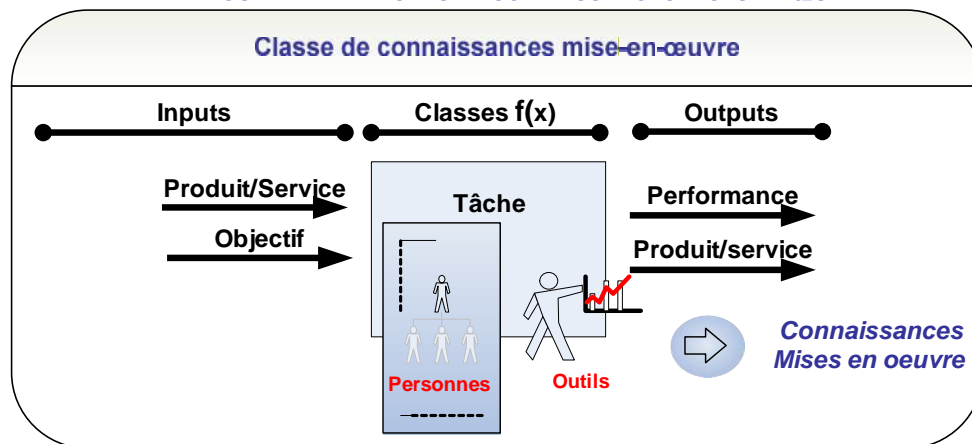
- Les caractéristiques des produits et des services en entrée de la tâche (inputs),
- Les objectifs déterminant le résultat visé¹⁴ par la tâche, autrement dit les caractéristiques des produits et services que la tâche est sensée avoir en sortie.

1.14.4. CLASSE DES CONNAISSANCES MISES EN ŒUVRE (Cœ)

C’est l’ensemble des connaissances qui sont effectivement utilisées dans la situation pour faire l’action considérée. Dans cet ensemble, nous trouvons aussi bien des connaissances mises en œuvre délibérément que des connaissances utilisées inconsciemment (par habitude) ou encore automatiquement si elles sont intégrées dans des outils.

¹⁴ Le résultat visé par la tâche est connu avant sa réalisation, c’est l’objectif à atteindre. Il ne faut pas le confondre avec les produits et services en output, qui sont le résultat de l’exécution de la tâche – constaté a posteriori – pouvant parfois présenter un écart avec l’objectif.

FIGURE 1-21 : TÂCHES ET CONNAISSANCES MISES EN ŒUVRE



La figure 1-21 montre les liens entre les connaissances mises en œuvre ; C_{∞} et la tâche. La mise en œuvre est un constat de l'utilisation d'une connaissance pour une tâche qui peut être faite ou non pour chaque connaissance dans chaque situation. Les connaissances mises en œuvre dépendent de la tâche, des personnes et des outils en situation (les outils font partie de l'environnement dans la définition de la situation). Les motivations poursuivies par les personnes pendant la réalisation de la tâche et les décisions prises par les personnes pendant cette réalisation ont une incidence sur les connaissances effectivement mises en œuvre. Cette classe C_{∞} ne peut donc pas être définie avec certitude a priori. Par contre, il serait possible de la définir grossièrement¹⁵ a posteriori, à travers une analyse minutieuse du fonctionnement des outils – pour définir les connaissances qu'ils ont mises en œuvre – et en interrogeant les personnes ayant participé à la réalisation de la tâche – pour définir les connaissances qu'elles ont mises en œuvre.

Nous avons passé en revue les différentes classes relatives à la connaissance et avons proposé une classification des connaissances selon leur contexte d'utilisation. Nous avons distingué les classes de connaissances propriétaires ou non, utiles ou non et, mises en œuvre ou non qui montrent qu'il existe de connaissances qui représentent une problématique vis-à-vis de la contribution aux objectifs de l'entreprise, lorsque l'on met en œuvre une connaissance inutilement, par exemple. Ceci nous a permis de mettre en évidence quelles transitions doivent être favorisées par des actions de gestion des connaissances en vue de contribuer aux objectifs de l'entreprise.

Pour réussir les objectifs de l'entreprise et la capitalisation des connaissances, il faut tenir compte de tous les aspects organisationnels, humains, technique, etc. et ne pas réduire le problème de la capitalisation à un problème humain par exemple (ou technique). C'est cette connaissance capitalisée que les approches d'ingénierie des connaissances formalisent. Ces techniques d'ingénierie des connaissances seront d'une utilité pour formaliser l'activité coopérative qui, dans notre cas, n'est autre que **l'activité de conception**. Dans ce type d'activité plusieurs dimensions sont à prendre en compte comme la gestion de conflits, la coordination des tâches et la prise de décision coopérative. Le contexte de production de cette connaissance doit être également pris en compte, puisqu'il permet de fournir un cadre d'interprétation pour la restitution de la connaissance.

1.15. L'ÉTAT DE L'ART DE L'ACTIVITÉ DE CONCEPTION

1.15.1. INTRODUCTION

L'activité de conception représente, en effet, une activité intellectuelle de création fondamentalement liée à l'activité humaine. Pour arriver à concevoir des produits dans les meilleures conditions de qualité, il faut maîtriser tous les facteurs qui permettent à un concepteur de créer des solutions techniquement réalisables et répondant au mieux aux contraintes et objectifs exprimés dans le cahier des charges. Ainsi un problème de conception est un problème ouvert qui n'admet ni formulation, ni solution définitive [Rittel, 1972].

¹⁵ vis-à-vis des connaissances tacites mises en œuvre par les personnes, leur recensement est difficile.

En effet, on ne peut jamais ni exprimer intégralement le besoin que l'objet à concevoir a pour objectif de satisfaire ni établir une liste exhaustive des moyens qui peuvent servir à construire un modèle de cet objet [Latombe, 1977]. Pour un tel problème, on doit se contenter d'une solution acceptable (au sens de critères définis en fonction du problème posé) obtenue avec des ressources limitées [Simon, 1969]. Ainsi, le processus de conception est un processus au cours duquel le problème de conception est formulé et résolu plusieurs fois.

L'évolution et les besoins du marché actuel se traduisent par la recherche d'une qualité sans cesse croissante. Afin de pouvoir mieux s'adapter à cette évolution, les entreprises s'orientent de plus en plus vers la fabrication de produits dont le cycle de vie est plus réduit que par le passé. De ce fait, les entreprises se trouvent engagées plus fréquemment dans le processus de conception de produits nouveaux ou de re-conception de produits existants.

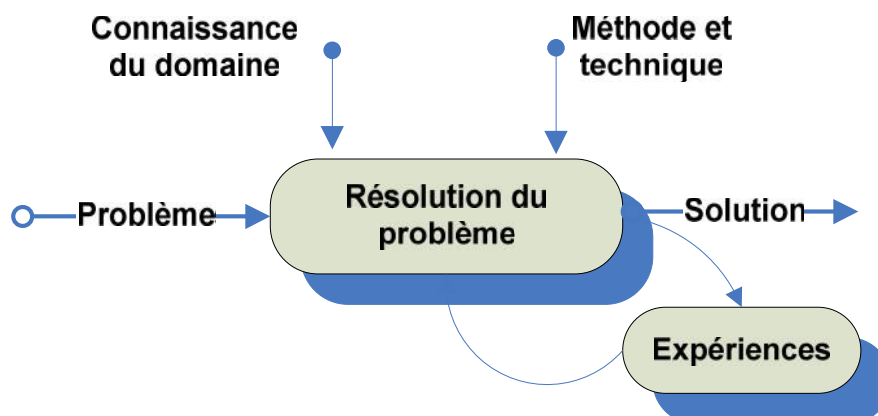
Ainsi, par exemple, dans un contexte industriel, la conception a pour but de spécifier un produit répondant aux attentes supposées mais non toujours clairement et complètement identifiées d'un client. D'après [Stephanopoulos, 1989], cette activité s'opère suivant une dialectique entre des buts et des possibilités. D'après [Darses, 1997], cette activité est soumise à des conditions nombreuses et variées (lois du domaine, contraintes de fabrication, critères fonctionnels, etc.). [Bucciarelli, 1988] ajoute que cette activité revêt également un caractère social, dans la mesure où elle fait intervenir de nombreux acteurs ayant des langages, des règles, des objectifs et des contraintes différents.

1.15.2. DÉFINITIONS

Dans la littérature il existe un grand nombre de définitions relatifs à l'activité de conception. Celle qui s'approche le plus de nos besoins, est celle donnée par [Bonnardel, 1992] : le terme « conception » désigne une activité essentiellement mentale, orientée vers la réalisation d'objectifs, focalisée sur les aspects pertinents du produit. Ce qui laisse présager le rôle important de l'expertise et la nécessité pour le concepteur de se construire progressivement une représentation précise du but de la conception. Dans le cas où le concepteur ne dispose d'aucune procédure directement applicable pour atteindre le but de conception [Malhotra et al. 1980], cette situation amène le concepteur à adopter des stratégies visant à élaborer une « réponse adaptative » [Reuchlin, 1981].

Certaines situations de conception industrielle, en particulier quand le produit est déjà connu, peuvent mettre à la disposition du concepteur, des procédures prédéfinies, par exemple, dans le cadre d'une politique d'Assurance Qualité en Conception. (Normes ISO 9000). Cependant, l'activité de conception étant une activité complexe, les situations de conception sont généralement considérées comme des situations de résolution de problèmes, [Bonnardel, 1992].

FIGURE 1-22 : ACTIVITÉ DE CONCEPTION



Source : processus de résolution de problèmes - Bonnardel, 1992.

Un des problèmes majeurs dans le développement de systèmes d'aide à la conception est la représentation de la connaissance liée à la conception. Cette connaissance doit comprendre la représentation des objets à concevoir et la représentation des processus de conception de ces objets.

Selon [Chandrasekaran, 1990], la résolution d'un problème de conception dépend de la disponibilité de certaines connaissances en fonction desquelles on doit pouvoir choisir les méthodes de résolution. D'autre part [Chandrasekaran, 1990] définit la solution d'un problème de conception comme étant la spécification complète d'un ensemble de composants et de leurs relations, le tout décrivant un objet satisfaisant des contraintes et remplissant des fonctions.

1.15.3. LES DIFFÉRENTS TYPES DE CONCEPTION

La conception est vue comme étant une activité de résolution de problème. Duruvu distingue quatre catégories de conception [Duruvu et al, 1989]:

- La conception routinière. Un plan de conception existe a priori. Pour tout nouveau problème, l'ensemble des sous-problèmes et leurs solutions candidates sont connues à l'avance. La conception routinière consiste à déterminer, pour chaque sous-problème, les alternatives adéquates.
- La re-conception. Une conception existante est modifiée pour satisfaire de nouvelles exigences fonctionnelles.
- La conception innovante. La décomposition du problème est connue, mais il n'existe pas d'alternative connue pour tous les sous-problèmes. La conception innovante fait en général appel à la créativité, quoique le résultat de la conception puisse s'avérer être une nouvelle combinaison de solutions existantes.
- La conception créative. Elle consiste en une décomposition abstraite d'un problème en un ensemble de niveaux de sous-problèmes. Il n'existe pas de plan de solution a priori. L'élément clé de ce type de conception est la transformation de l'inconscient en conscient.

En résumé, l'activité de conception est un système complexe composé d'éléments en interaction et en évolution [Delattre, 1985], [Le Moigne, 1994]. Supporter l'activité de conception revient à spécifier les moyens de conduire certains processus opérants de ce système ou mieux, d'assister les décisions qui interviennent dans ses processus de pilotage. Pour pouvoir supporter l'activité de conception, il est donc indispensable d'étudier et de formaliser ses processus. L'objet du prochain paragraphe sera de passer en revue les approches de modélisation des processus de conception.

1.15.4. LES APPROCHES DE CONCEPTION :

Selon Harani, il existe quatre approches de conception les plus fréquemment proposés qui se présentent comme suit [Harani, 1997] :

La conception par décomposition de problèmes

Un des principes de base en conception est le principe de décomposition largement utilisé dans l'analyse des systèmes complexes. Il consiste à décomposer un module en cours de conception en modules plus élémentaires. Il est admis que ce principe permet un fort degré de cohésion entre modules du système et un faible couplage entre modules. Ce principe a été étudié dans le cadre de la conception par [Chandrasekaran, 1989]. Il présente une approche d'affinement de conception où celle-ci est considérée comme un système hiérarchique. Le problème est résolu par une approche descendante de type « Top-Down » qui affine le problème à chaque niveau de la hiérarchie.

La conception par prototype

Cette modélisation suppose que l'on est capable de modéliser la conception du produit à partir d'un modèle général représenté par un prototype. La notion de prototype offre une structure d'accueil permettant de se rapprocher d'une conception passée déjà faite [Gero, 1987]. Si la conception du nouveau produit se fait par instanciation du prototype, c'est l'idéal. Ceci n'est efficace que dans le cadre de conception à faible innovation.

Les principes de spécialisation, de décomposition et de connexion

Ces deux principes sont décrits par [Klein, 1993]. La spécialisation consiste à affiner la définition d'un module en cours de conception en un module plus complet (par exemple : par le calcul d'un de ses paramètres ou en complétant sa géométrie). Le principe de décomposition est celui cité plus haut. Le principe de connexion consiste à relier deux modules entre eux et à préciser le type de connexion. Pour Klein, les principes de spécialisation, de décomposition et de connexion sont suffisants pour décrire l'activité cognitive du concepteur.

L'approche fonctionnelle par opposition à l'approche comportementale

Il est essentiel de distinguer l'activité du concepteur (toutes les alternatives qui se sont présentées à lui, les choix qu'il a effectués lors de la conception) de la description du fonctionnement de l'objet conçu (artefact). Pour ce faire, [Chandrasekaran et al., 1993] propose un langage de représentation du fonctionnement de l'objet basé sur une approche fonctionnelle par opposition à l'approche comportementale. Dans l'approche fonctionnelle, on adopte une approche descendante pour représenter le mécanisme d'un objet dans le sens où la fonction globale est décrite en premier et le comportement de chaque composant est décrit dans le contexte de la fonction.

D'après [Deneux, 2002], l'approche algorithmique est plus adaptée à guider le concepteur dans son travail car elle détermine plus précisément les opérations nécessaires au passage du domaine fonctionnel vers le domaine physique. De plus, les opérations préconisées dans l'approche algorithmique sont spécifiques à chaque tâche de conception contrairement à l'approche axiomatique, où les opérations sont génériques et donc identiques pour chaque « mapping ». Néanmoins, un des intérêts de l'approche axiomatique est l'axiome d'indépendance car il permet de décomposer un problème complexe en sous-problèmes indépendants de complexité acceptable. Par rapport au processus de conception, les deux approches sont assez similaires dans le sens où elles sont toutes deux séquentielles monotones. Toujours selon Deneux, on distingue essentiellement deux approches de conception : une axiomatique, qui a été développée par [Yoshikawa, 1989] et une autre, algorithmique, qui a été développée par [Dinsdale, 1991].

1.15.5. GESTION DE CONNAISSANCES EN CONCEPTION DE PROJETS

Dans le milieu industriel, l'activité de conception au sein des entreprises part rarement de « rien » : on doit faire évoluer une solution existante ou tenter de reprendre une solution ancienne pour l'adapter à une demande nouvelle. En outre, des contraintes de temps, d'efficacité et de recherche d'une fiabilité maximale renforcent actuellement cette tendance à la réutilisation de solutions anciennes. La question qui se pose est de savoir si tous les moyens sont réunis dans les entreprises pour favoriser la réutilisation.

D'après [Tollenaere, 1996], la capitalisation des connaissances en conception contribue à une meilleure qualité des produits et une diminution des délais de conception. La gestion de projet consiste en l'organisation méthodologique de mise en œuvre pour faire en sorte que l'ouvrage réalisé par le maître d'œuvre réponde aux attentes du maître d'ouvrage et qu'il soit livré dans les conditions de coût et de délai prévus initialement, indépendamment de sa fabrication.

La gestion de projet a pour objectif d'assurer la coordination des acteurs et des tâches dans un souci d'efficacité et de rentabilité. Ainsi la phase de capitalisation consiste à faire un bilan du projet en archivant l'expérience métier (savoir-faire) qui découle du projet afin d'améliorer l'efficacité de la conduite pour les projets futurs. Il est donc indispensable à la fin d'un projet d'organiser la mise en mémoire de ces informations et de permettre leur restitution au plus grand nombre.

1.15.6. LES FORMALISMES DE CAPITALISATION DANS LES PROJETS DE CONCEPTION

Toute entreprise manipulant une masse importante des connaissances souhaite introduire dans ses bureaux d'études les méthodes permettant de capitaliser et d'enrichir les connaissances générées dans ses projets de développement. Pour ce faire, elle lance des projets de capitalisation de connaissances afin de mettre en place des procédures et des méthodes qui permettent de constituer une base de connaissances dans le domaine des avant-projets de son activité. Les activités

principales d'un avant-projet de l'entreprise sont la vérification de la cohérence et de la complétude du cahier de charges, l'élaboration d'architecture viable, la sélection d'une ou plusieurs architectures de référence à étudier fonctionnellement et les études d'aménagement.

Un formalisme de capitalisation de connaissances quel qu'il soit n'est pas dédié uniquement à un domaine spécifique. Plus généralement, la mémoire technique « Base de connaissances » doit permettre la traçabilité des historiques de conception de systèmes technologiques complexes en phase de conception préliminaire. L'historique de conception est une structure combinée d'informations, qui associe la description de l'objet de conception, la description des activités qui le modifient, et la description de l'organisation réalisant ces activités. L'historique de conception est représentée à la fois par la trace des évolutions successives du produit et par la logique de cette progression.

Les connaissances qui sont capitalisées dans une base de connaissances sont des connaissances de « projet ». Une démarche de capitalisation propose une structuration de ces connaissances et permet leur accès par des moyens de navigation. Ainsi, cette structuration permet d'accéder aux principaux points clefs d'un projet de conception, tels que les configurations étudiées, les choix technologiques, les justifications, les dates, les ressources utilisées, les blocages, les goulets d'étranglement, et les défauts d'organisation. La masse d'information que représente la liste exhaustive de tous les apports et modifications probables, est difficilement exploitable et trop coûteuse à capitaliser. Les utilisateurs de telle ou telle démarche ne capitalisent que le déroulé « macroscopique » du processus ou le processus « global » de conception. Les fonctions générales de n'importe quelle démarche de capitalisation de connaissances se résument en quatre actions :

- **Réutiliser** l'expérience que constituent les choix technologiques et leurs justifications ainsi que les dysfonctionnements organisationnels du passé,
- **Suivre et planifier** les évolutions du produit et les activités d'un projet en cours, en se basant sur l'expérience du passé,
- **Evaluer** les solutions proposées en fonction des contraintes organisationnelles et budgétaires ayant conditionné un projet,
- **Comprendre les raisonnements** qui ont débouché sur une solution et qui la justifient globalement depuis le besoin et en tenant compte des apports de chacun des acteurs.

D'après [Cantzier, 1997] un formalisme de capitalisation de connaissances pour des projets de conception doit être une plate-forme répondant aux deux besoins de capitalisation et de réutilisation. L'architecture conceptuelle de la mémoire technique est composée de modèles de produit, d'activités, d'organisation et d'une couche dite cognitive.

1.15.7. POURQUOI UN FORMALISME DE CAPITALISATION POUR UNE MÉMOIRE DE PROJET

Le souhait des concepteurs est de pouvoir réutiliser les projets passés, et notamment de pouvoir retrouver leur logique de conception. Donc, pour favoriser la réutilisation, il faut aider les concepteurs à accéder au contexte des projets réalisés dans le passé. Il faut créer des mémoires de projet qui soient autre chose qu'un archivage des solutions réalisées dans chaque projet : ces solutions doivent être conservées mais les raisons des choix ayant conduit à ces solutions aussi. Ces raisons doivent faire apparaître les connaissances expertes, les représentations du problème traité, les faits appris pendant le projet et toutes les informations contextuelles déterminantes dans les prises de décision des concepteurs. Principalement l'objectif premier poursuivi par la mémoire de projet est l'amélioration continue de la façon dont on conduit les projets.

Quelques points doivent être soulignés pour dresser un tableau complet des retombées qu'une entreprise peut attendre de la mémoire de projet.

- D'abord, elle ne se limiterait pas à améliorer la gestion de projets futurs. Si cette dernière est mise en application tout au long d'un projet donné plutôt que seulement à la fin, elle permettrait également de faire le point à différentes étapes de ce projet en train de se dérouler et de réajuster le tir, au besoin [Meredith, 1989].

- Ensuite, le référentiel constitué pourrait servir à faire évoluer les « connaissances centralisées » de l'organisation, c'est-à-dire ses règles, ses procédures et ses normes formelles [Pomian, 1996]. Par ailleurs, la mémoire de projet ne comporterait pas que des avantages mais également des risques. Celui évoqué le plus souvent par les auteurs concerne la mise au jour d' « éléments noirs » que l'histoire officielle n'aurait pas retenus dans d'autres circonstances [Pomian, 1996].
- Enfin, si elle faisait partie d'une démarche de mémoire d'entreprise, elle contribuerait à un ensemble plus large de bénéfices. En particulier, elle serait un moyen d'améliorer la gestion d'ensemble de l'organisation (par exemple, en favorisant la mise sur pied de structures souples), notamment ses pratiques de communication et de gestion des ressources humaines, évaluation du rendement, mobilité interne, évaluation des besoins de formation, gestion prévisionnelle de la main-d'œuvre, valorisation des compétences, etc. [Pomian, 1996] [Davenport et al., 1998].

1.16. CONCLUSION

Dans cette partie, nous avons présenté un état de l'art de quelques concepts liés au KM, les difficultés et l'intérêt d'avoir une politique de KM dans une entreprise. On a vu aussi que le KM plonge ses racines dans le savoir et le savoir-faire de humain. Cependant, le passage de la théorie à la pratique en matière de KM est certainement un exercice qui requiert un nombre important de compétences afin d'être réellement traité. Dans un but d'avoir une bonne politique de KM dans une entreprise il serait préférable de miser sur l'être humain, d'adopter une structure organisationnelle favorisant l'échange de connaissances, d'utiliser une infrastructure technique intégrant les fonctionnalités de collaboration et d'instaurer une culture de partage et de confiance.

C'est cette connaissance capitalisée que les approches d'ingénierie des connaissances formalisent. Ces techniques d'ingénierie des connaissances seront d'une utilité pour formaliser l'activité coopérative qui dans notre cas n'est autre que l'activité de conception. Dans ce type d'activité plusieurs dimensions sont à prendre en compte comme la négociation de la gestion de conflits, la coordination des tâches et la prise de décision coopérative. Le contexte de production de cette connaissance doit être également pris en compte, puisqu'il permet de fournir un cadre d'interprétation pour la restitution de la connaissance.

L'activité de conception est un système complexe composé d'éléments en interaction et en évolution [Delattre, 1985], [Le Moigne, 1994]. Supporter l'activité de conception revient à spécifier les moyens de conduire certains processus opérants de ce système ou mieux, d'assister les décisions qui interviennent dans ses processus de pilotage. Pour pouvoir supporter l'activité de conception, il est donc indispensable d'étudier et de formaliser ses processus.

Pour réussir la capitalisation de ses connaissances, l'entreprise doit tenir compte de tous les aspects humains et techniques de son organisation et de ne pas réduire le problème de la capitalisation à un problème humain ou technique. Pour ce faire la mémoire d'entreprise à mettre en place requiert une approche multidisciplinaire afin de mieux capitaliser la connaissance. Pour cette raison, la mémoire d'entreprise à mettre en place requiert une approche multidisciplinaire afin que le processus de capitalisation du patrimoine cognitif de l'entreprise soit rationnel. C'est cette connaissance capitalisée que les approches d'ingénierie des connaissances formalisent. Ces techniques d'ingénierie des connaissances seront d'une utilité pour formaliser l'activité coopérative qui dans notre cas n'est autre que l'activité de conception.

Dans un but d'atteindre notre objectif, à savoir, la modélisation et la mise en œuvre d'un modèle qui permet la gestion de la mémoire de projet, un état de l'art sur les méthodes de formalisation des connaissances sera présenté dans la partie suivante afin de retenir la méthode la plus adéquate et qui répond au mieux à nos besoins de modélisation. Une réponse à nos besoins en mémoire de projet, à savoir, les Systèmes de Gestion des Données Techniques (SGDT).

2. MÉMOIRE DE PROJET DANS LE CONTEXTE DE L'ENTREPRISE

2.1. NOTION DE LA MÉMOIRE DE L'ENTREPRISE

La mémoire d'une entreprise est perçue comme «le savoir, c'est-à-dire l'ensemble des connaissances détenues par les acteurs vivants et des documents produits ou utilisés par l'entreprise, le tout réuni et exploité à travers un support adapté. La notion de mémoire d'entreprise étant une démarche qui vise à identifier, recueillir et rendre exploitable, quel que soit le contexte, tout le savoir acquis par une organisation au cours des années », [Dieng, 1999].

Contrairement aux systèmes experts, l'objectif principal de la mémoire de l'entreprise n'est pas forcément d'aider à effectuer une tâche particulière (*résoudre un type de problème défini*) mais plutôt de permettre l'exploitation de manière plus globale des ressources essentielles de l'entreprise, c'est-à-dire ses connaissances. Quant au support, il est le plus souvent informatique, mais ce n'est pas une nécessité. L'élaboration d'une mémoire de l'entreprise repose donc sur la volonté de capitaliser des connaissances préalablement stockées et structurées, en permettant la réutilisation «intelligente» de ces ressources afin d'exécuter de nouvelles tâches, de mettre en place des nouveau sous-projets ou d'exploiter les ressources contenues dans la mémoire de projet.

2.1.1. CONSTRUCTION DE LA MÉMOIRE DE L'ENTREPRISE

La construction d'une mémoire d'entreprise est généralement supervisée par le gestionnaire qui doit veiller que les cinq étapes ci-dessous soient correctement réalisées :

- La détection de besoins en mémoire d'entreprise,
- La diffusion de la mémoire d'entreprise,
- L'utilisation de la mémoire d'entreprise,
- L'évaluation de la mémoire d'entreprise,
- La maintenance et l'évolution de la mémoire d'entreprise.

La mise en œuvre d'une telle mémoire s'inscrit globalement dans une logique de capitalisation des connaissances. Cela présuppose que les connaissances d'un domaine donné sont précédemment stockées et modélisées, afin d'accomplir de nouvelles tâches [Simon 1996]. Le but est de « localiser et rendre visible les connaissances de l'entreprise, être capable de les conserver, y accéder et les actualiser, savoir comment les diffuser et mieux les utiliser, les mettre en synergie et les valoriser » [Grundstein, 1995].

Afin de proposer un guide méthodologique pour la construction d'une mémoire de projet de l'entreprise, nous avons analysé aussi bien des méthodes dédiées à la mémoire de projet que des méthodes plus générales de capitalisation des connaissances. Nous présentons ici quelques ébauches de notre exploration afin de se rendre compte de l'aspect méthodologique de la gestion d'une mémoire de l'entreprise.

• QUAND CONSTITUER LA MÉMOIRE DE PROJET DE L'ENTREPRISE ?

La réponse est lorsqu'une entreprise ne veut plus perdre son capital cognitif, que ce soit au niveau de son savoir (ou/et) de son savoir-faire. Le défi est alors d'explicitier ce patrimoine et de le mettre à la disposition des acteurs des nouveaux projets, d'où la construction de la mémoire de projet. Un problème se pose dans ce cas : celui de savoir quand et comment faire en sorte de réaliser une évaluation qui permette de respecter le bon timing d'avoir l'heure juste sur les impacts réels d'un projet. Certains facteurs de réussite d'un projet ne peuvent en effet être évalués qu'à moyen ou long terme. Il faut donc attendre pour pouvoir jeter un regard éclairé sur un projet et avoir le recul nécessaire. Mais si cette attente est trop longue, le facteur « oubli » risque d'entacher la validité de l'évaluation, [Kerzner, 1998].

- **QUE FAUT-IL DOCUMENTER DANS UNE MÉMOIRE DE PROJET DE L'ENTREPRISE?**

La mémoire de projet de l'entreprise consisterait à documenter trois catégories d'information qui, suivant leur «ordre de popularité dans la littérature», sont les résultats du projet, les événements clés et les processus. Cependant, ces catégories ne doivent pas être considérées comme mutuellement exclusives puisque les propositions des auteurs de la mémoire de projet l'entreprise recoupent parfois plus d'une d'entre elles. Dans le domaine de la conception, une mémoire de projet puise ses ressources dans plusieurs types de documents [Matta et al., 1999a] : textes, bases de données, bases de connaissances, maquettes, dessins techniques, plannings, etc.

- **QUI EST RESPONSABLE DE RECUEILLIR LES DONNÉES SUR LE PROJET ET COMMENT?**

Pour cela il existe deux tendances. L'une est attribuée à Pomian¹⁶ et à Kleiner¹⁷, où les auteurs de la mémoire de projet de l'entreprise sont responsables de préparer les modalités de recueil des données à mettre en œuvre pour documenter un projet. Une autre est attribuée à Lamonde¹⁸ qui contient deux types de propositions : soit aux membres de l'équipe projet et à son gestionnaire, soit aux membres de l'équipe de projet assistés de personnes extérieures au projet.

- **COMMENT FAIRE VIVRE UNE MÉMOIRE DE PROJET ?**

Une mémoire de projet ne peut vivre sans le soutien de la direction et une volonté claire de voir la conduite des projets évoluer et s'améliorer continuellement [Pomian, 1996]. Cela acquis, divers points d'action peuvent être exploités pour favoriser au mieux l'appropriation de cet outil par les chargés de projet ou par d'autres acteurs de l'entreprise. Ils touchent principalement la conception même de la mémoire et sa diffusion. Il serait même souhaitable de constituer un système de suivi permettant d'identifier les difficultés d'utilisation de la mémoire de projet par la clientèle ciblée afin de se donner les moyens de l'améliorer. Une diffusion de la mémoire de projet doit tenir compte des réponses aux questions suivantes :

- Quel est le scénario d'interaction souhaité entre les utilisateurs et la mémoire de projet?
- Quelles interfaces seront les mieux adaptées à l'environnement des utilisateurs ?
- Quel sera le moyen de diffusion souhaité ?
- L'intranet de l'entreprise sera-t-il exploité, s'il existe ?

Quelle organisation sera mise en place pour la diffusion, sera-t-elle centralisée dans un service spécialisé dans la diffusion ou au contraire distribuée entre certains membres de l'entreprise ?

2.1.2. POURQUOI A-T-ON BESOINS DE CRÉER UNE MÉMOIRE D'ENTREPRISE?

Les besoins et les motivations de la capitalisation des connaissances sont multiples. En voici quelques unes que nous avons décelées dans la littérature qui nous paraissent pertinentes :

- Exploiter les cartographies des compétences de l'entreprise,
- Exploiter l'expérience acquise des projets passés,
- Éviter la perte de savoir-faire d'un spécialiste après sa retraite ou son départ,
- Améliorer l'échange de l'information et de communication dans l'entreprise,
- Capitaliser les savoir-faire individuels dans une connaissance collective,
- Intégrer les différents savoir-faire de l'entreprise,
- Aider à la diffusion des meilleures pratiques,
- Améliorer les procédés.

¹⁶ J. Pomian : Mémoire d'entreprise : techniques et outils de la gestion du savoir. Éd. Sapiientia – 1996.

¹⁷ A. Kleiner : L'expérience comme guide de l'entreprise, Editions d'organisation – 1999.

¹⁸ F. Lamonde : La mémoire de projet : véhicule d'intégration de l'ergonomie et de la SST à la Conception - 2001

2.1.3. STRATÉGIE DE LA MISE EN PLACE D'UNE MÉMOIRE D'ENTREPRISE

Ce type de mémoire est composé de plusieurs sortes de documents écrits, certains explicitant des connaissances jusque-là tacites ou non encore formalisées, d'autres faisant déjà partie de l'entreprise mais non exploités ou mal gérés. La plupart de ces documents peuvent (et doivent) être valorisés afin d'apporter un avantage concurrentiel par rapport aux autres entreprises du même secteur d'activité. Généralement, la majeure partie des connaissances d'une entreprise lui servant à créer un système de veille stratégique se trouve au sein même de cette entité.

2.1.4. TYPOLOGIES DES MÉMOIRES D'ENTREPRISE

Ce type de mémoire d'entreprise est fondé sur la modélisation et l'explicitation des connaissances des experts dans un domaine. Il a donné lieu à deux approches différentes :

- **Les systèmes experts**, dont l'objectif est de fournir une solution à un problème donné.
- **Les mémoires à base de connaissances**, dont l'objectif est de fournir à l'utilisateur une aide ou un axe de recherche, en lui fournissant des informations pertinentes mais en lui laissant son libre arbitre quant au choix de la solution à adopter.

La majorité des mémoires de connaissance utilisées sont celles que l'on peut trouver sur Internet via des forums de discussion ou via des abonnements à des newsgroups.

- **Mémoire d'entreprise représentée à l'aide de bases de cas**

Ce type de mémoire est fondé sur les expériences (positives ou négatives) d'une entreprise. Chacune, de par son passé, possède une culture de projet qui lui est propre. Ce type de mémoire permet à une entreprise d'éviter les écueils du passé en valorisant ce type de donnée.

- **Mémoire de la logique de conception**

Ce type de mémoire met en avant les connaissances investies dans la prise de décision lors de la réalisation d'un projet ainsi que dans la gestion des incidents, à savoir les problèmes rencontrés et leur résolution. Notons qu'un problème peut être aussi bien un objectif à atteindre, un problème dans le processus de conception, dans l'organisation du projet ou un problème du produit en conception.

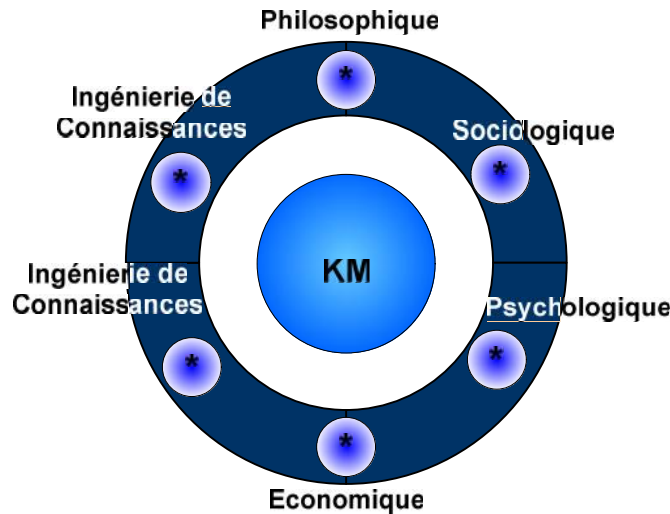
2.2. L'ÉTAT DE L'ART LIÉ À LA MÉMOIRE DE PROJET

Les concepteurs dans les entreprises actuelles se réfèrent souvent à des mémoires de projet afin de faire évoluer une solution existante ou de reprendre une solution déjà rencontrée pour l'ajuster à des besoins présents. Le facteur réutilisation dans les mémoires de projets est très important. Il a un effet direct sur les contraintes temps, coûts et efficacité. Pendant les différentes phases du projet, des connaissances émergent. Il existe un certain nombre de méthodes qui permettent de capitaliser ces connaissances. Ces méthodes aident à garder la trace des expériences du passé.

Nous allons passer en revue ces différentes méthodes afin de situer leur pertinence pour la construction de la mémoire de l'entreprise et de leur approche pour la gestion de connaissances dans l'entreprise. Nous reprenons ci-après quelques éléments significatifs de l'étude de Larry Prusak¹⁹ sur les origines du Management de la connaissance [Prusak, 1999] qui a révélé quelques éléments significatifs sur la naissance de ce concept, comme le montre la figure 2-1.

¹⁹ Larry Prusak est le maître à penser Américain d'IBM Global Services pour la gestion de connaissances. Cette étude a été publiée sous le titre « where did knowledge management come from? » 1999, est une version mise à jour d'un article publié initialement dans Knowledge Direction, publication de l'Institute for Knowledge management, Fall 1999.

FIGURE 2-1 : COURANTS DE KNOWLEDGE MANGEMENT



Source : Larry Prusak

1. COURANT PHILOSOPHIQUE

Depuis ses débuts, le KM a sillonné les nuances existant entre les connaissances tacites et explicites, entre le savoir « comment » et le savoir « pourquoi ». Cette étude épistémologique des connaissances a été à la base du Management de connaissances, [Polanyi, 1996].

2. COURANT SOCIOLOGIQUE

La recherche sociologique considère que les réseaux communautaires constituent les unités les plus productives pour les tâches liées à la connaissance. Ainsi le KM, plutôt que de partir de la théorie, regarde ce que font réellement les gens, les circonstances dans lesquelles ils partagent ou non leurs savoirs, leur manière d'utiliser ce qu'ils apprennent d'autrui, [Ryle, 1984].

3. COURANT PSYCHOLOGIQUE

La psychologie cognitive est elle aussi concernée par les différents types de savoirs, tout autant que du pourquoi et du comment les gens apprennent, ignorent, agissent. Elle étudie les processus cognitifs naturels et soulève des questions de volonté et de motivation qui rendent impossible de considérer la connaissance en termes de transmission mécanique entre un donneur et un receveur [Prusak, 1999].

4. COURANT ÉCONOMIQUE ET MANAGÉRIAL

Ce courant a participé activement à l'émergence du concept de management de connaissances. En effet, nous avons assisté à un changement de paradigme de la stratégie d'entreprise qui consiste à affirmer le passage de l'approche basée sur les ressources à une approche basée sur le savoir. En conférant à la connaissance une valeur économique, au même titre que toute autre ressource matérielle faisant partie du capital, ces recherches ont ouvert la voie à une nouvelle théorie économique qui place le savoir au centre du processus de création de la richesse.

5. COURANT INTELLIGENCE ARTIFICIELLE ET INGÉNIERIE DES CONNAISSANCES

L'intelligence artificielle a introduit la notion de connaissance dans l'univers informatique où il n'était question que des données et de leur traitement, les connaissances déterminant à la fois «le comportement, la configuration et la portée des programmes d'intelligence artificielle» [Ganascia, 1990]. Ainsi en introduisant la connaissance comme matière première de l'informatique, l'intelligence artificielle a produit une véritable révolution : « La généralisation des techniques de résolution de problèmes induit un nouveau mode de programmation pour lequel les connaissances du domaine sont assimilables à un programme. », [Ganascia, 1990].

La transition a été assurée à partir du moment où on est passé « d'une programmation procédurale classique à la construction d'une base de connaissances, c'est-à-dire d'une succession d'instructions, exécutables selon un ordre rigoureusement établi, à une simple

description structurelle des objets de l'univers et de leurs propriétés » [Ganascia, 1990]. De là sont nés les grandes théories comme celle de l'apprentissage, de la résolution de problèmes, des modes de raisonnement et, plus tard, de l'ingénierie des connaissances.

6. COURANT INGÉNIERIE DES SYSTÈMES D'INFORMATION

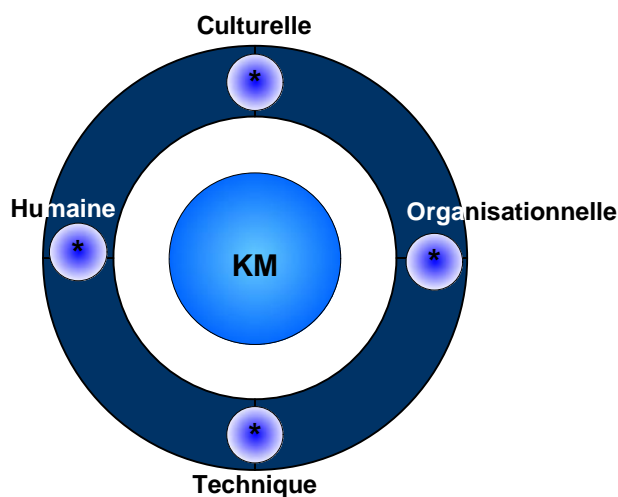
Pour l'entreprise moderne la gestion de l'information et le management de connaissances sont tous deux nécessaires. Ces deux disciplines constituent le socle de l'intelligence collective comme nous avons déjà affirmé dans notre précédente ébauche. Tous les deux ont pour objectif commun l'amélioration de processus et de leurs produits.

De là on peut déduire que le management informationnel va se focaliser sur les technologies et l'organisation. Quant au KM, il considère un autre facteur : le facteur humain, puisque seul l'être humain possède la connaissance, peut la créer et décider de la partager ou non. De plus, ces deux disciplines se préoccupent de deux ressources différentes : information versus connaissance. En définitive, un système d'information a pour rôle de supporter le KM en fournissant une infrastructure technique facilitant la circulation des connaissances. Un système de KM est un système plus général qu'un système d'information intégrant l'aspect humain [Balmissse, 2002].

2.3. DIMENSIONS DU KNOWLEDGE MANAGEMENT

Un projet de KM est un projet transversal qui touche toutes les composantes de la stratégie de l'entreprise. Toute stratégie efficace de KM doit adopter une vue aussi complète de ce champ. Pour illustrer les dimensions à prendre en considération dans une démarche de KM, nous nous sommes basés sur le modèle de Karl Wiig [Studer, 1999]. Cependant, nous considérons que le Management de connaissances repose sur quatre piliers fondamentaux et fortement imbriqués par leurs liens et leurs interactions. Ces piliers sont fondés sur une culture organisationnelle appropriée, celle du partage culturel. Afin de mieux intégrer dans l'organisation une démarche de KM, une approche intégrée est exigée afin d'examiner ces quatre éléments entièrement et mettre en valeur les barrières potentielles sous-jacentes à ces dimensions :

FIGURE 2-2 : DIMENSIONS DE KNOWLEDGE MANGEMENT



Source : Karl Wiig Studer

1. DIMENSION CULTURELLE

Pour mieux comprendre le sens de la portée de ce terme dans le cadre du KM, J. Firestone [Firestone, 2001] affirme qu'il existe deux dimensions de la culture, l'une est objective et l'autre est subjective.

- La culture objective d'un groupe est relative à l'ensemble des problèmes émergents, modèles, théories, créations artistiques, langages, programmes, histoires etc. qui ont été

reflétés dans les documents, livres, systèmes d'information, dictionnaires et autres conteneurs.

- La culture subjective d'un groupe est constituée de l'ensemble de ses prédispositions émergentes pour percevoir son environnement. Elle inclut les valeurs et les attitudes à l'échelle organisationnelle, ainsi que leurs relations.

2. DIMENSION ORGANISATIONNELLE

L'intérêt de la dimension organisationnelle est porté essentiellement sur l'organisation, c'est-à-dire, ses valeurs, sa structure hiérarchique, son mode de pilotage et de fonctionnement. La connaissance est caractérisée par une dimension collective, comme nous l'avons souligné dans la précédente ébauche. Le processus principal pour créer de nouvelles connaissances se déroule à l'intérieur de groupes ou communautés d'intérêts. Il est difficile de créer une synergie positive dans une structure hiérarchique rigide. Il est donc fondamental d'adapter la structure de l'organisation pour mieux supporter les communautés et les forcer à mieux s'auto-organiser.

3. DIMENSION HUMAINE

L'objet de la dimension humaine est le comportement des groupes et des individus acteurs du KM: leurs besoins, leurs pouvoirs, leurs zones d'autonomie, leurs responsabilités, leurs modes de rémunération, leurs structures, leur éthique, et leurs valeurs. Il s'agit là de dépasser la conception selon laquelle la connaissance constitue un bien personnel, encore plus une façon d'exercer le pouvoir et s'orienter plutôt vers une culture de partage où le tout est supérieur à la somme des parties. Cette dimension est la phase la plus délicate dans une démarche relative au KM.

4. DIMENSION TECHNIQUE

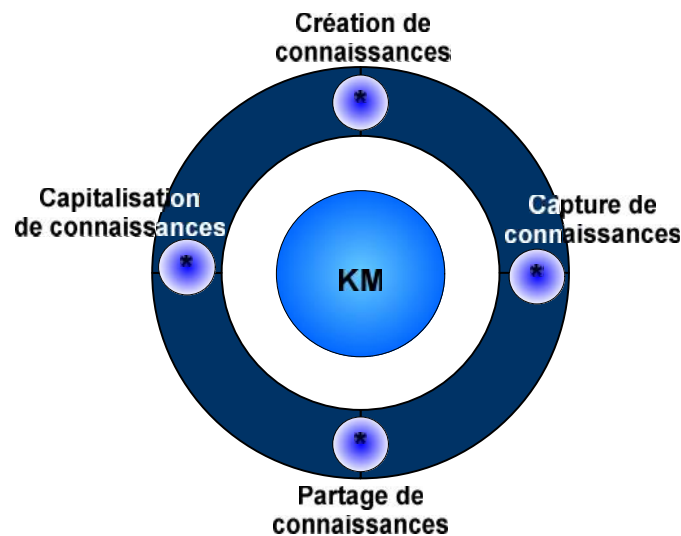
Ce sont les technologies qui supportent la saisie, le stockage, la structuration et la diffusion des connaissances. Elles permettent notamment de s'affranchir des problèmes de temps et d'espace en fournissant un support facilitant les communications entre individus. Les technologies sont donc indispensables au déploiement des solutions de Management de connaissances. La majorité des solutions technologiques de KM traite essentiellement, grâce à des moteurs d'indexation et à des outils de classification, des connaissances explicites. Néanmoins l'émergence de solutions telles que collecticiels, localisation d'expertise ou encore messagerie instantanée ont permis au KM de prendre en considération partiellement les aspects tacites de la connaissance.

Ainsi avant de partager, il est essentiel de convaincre les collaborateurs que le partage apporte plus que la rétention. En effet, contrairement aux actifs corporels, les connaissances progressent fortement lorsqu'elles sont partagées. Nous en avons analysé de manière sommaire les dimensions. Maintenant, nous allons focaliser notre attention sur les différents processus caractérisant une approche de KM. Dans ce qui suit, nous allons poursuivre notre analyse des processus relatifs au déploiement de l'approche KM dans l'organisation.

2.4. KNOWLEDGE MANAGEMENT EN TANT QU'ENSEMBLE DE PROCESSUS

[Grundstein et al., 1999] affirme que le KM est un méta-processus cognitif de l'organisation qui part de la construction et la consolidation de ses « fondations » pour un développement exponentiel. Pour ce faire, une démarche de KM met en œuvre un certain nombre de processus depuis la création de connaissances jusqu'à son utilisation au sein de l'organisation. Cet enchaînement est qualifié par ce qu'on appelle le cycle de vie de connaissances. Dans ce qui suit, nous présentons les processus clés qui contribuent à la mise en place d'une démarche de KM.

FIGURE 2-3 : PROCESSUS DE KNOWLEDGE MANAGEMENT



Source : Grundstein

1. PROCESSUS DE CRÉATION DE CONNAISSANCE

Selon [Wenger, 1999], « la création de connaissance est étroitement liée au degré d'interaction et de collaboration dans une communauté de pratiques ». Cela veut dire que c'est la capacité d'une organisation dans son ensemble de créer de nouvelles connaissances, de les disséminer au sein de l'organisation, de les faire prendre corps dans des produits et des services. La création de connaissances est principalement un processus social complexe auto-organisé donnant naissance à des propriétés (connaissances) émergentes. De là, on déduit que les connaissances se créent par des interactions et des échanges aléatoires d'agents en relation [McElroy, 2002].

2. PROCESSUS DE CAPTURE DES CONNAISSANCES

Il concerne les problèmes liés au repérage de connaissances cruciales nécessaires aux processus de décision et au bon déroulement des processus essentiels qui constituent le cœur des activités « core business » de l'organisation: il faut les identifier, les localiser, les caractériser, en faire des cartographies, les hiérarchiser, etc.

3. PROCESSUS DE CAPITALISATION DES CONNAISSANCES

Le but est de « localiser et rendre visibles les connaissances de l'entreprise, être capable de les conserver, y accéder et les actualiser, savoir comment les diffuser et mieux les utiliser, les mettre en synergie et les valoriser » [Wenger, 1999]. Il s'agit principalement de modéliser, formaliser et conserver les connaissances pour permettre leurs traitements par des systèmes d'information. Plusieurs méthodologies ont été développées pour capitaliser les connaissances.

4. PROCESSUS DE PARTAGE ET D'UTILISATION DE CONNAISSANCES

C'est le principal objectif du KM. Sa réussite conditionne l'utilité du système établi. Le savoir partagé, issu de la synergie des esprits est une source d'innovation durable pour l'organisation. Cette phase a lieu quand les collaborateurs d'une entreprise qui se sont approprié la connaissance, l'ont intégrée, commentée ou échangée. Le partage des connaissances est plus efficace quand il se fait par le biais d'échanges « face to face » car la communication entre individus est constituée par un ensemble complexe de signaux (gestuels, postures); il peut aussi être supporté par des technologies de communication tels que les collecticiels, qui visent à faciliter la coopération et la communication au sein et entre divers groupes.

2.5. ENJEUX ET FREINS DE DÉPLOIEMENT D'UNE DÉMARCHE KM

2.5.1. LES ENJEUX

Selon Jean Y. Prax [Prax, 2002], il existe quatre enjeux majeurs du KM. Ces enjeux jouent un rôle primordial dans le déploiement d'une telle démarche dans l'organisation. On cite :

L'optimisation des processus, de la productivité, de l'efficacité collective. Ce segment consiste aussi à réduire les délais et les coûts et améliorer la qualité en :

- réutilisant mieux la connaissance déjà existante,
- capitalisant des bonnes pratiques,
- réduisant des erreurs répétitives.

L'amélioration des décisions par l'échange multidisciplinaire : être à l'écoute des collaborateurs, anticiper leurs besoins.

La valorisation : du capital de compétences, comprendre l'entreprise non pas comme un système de production mais comme un réseau de compétences, dont chaque acteur fait partie intégrante.

Innovation : être capable de créer des idées nouvelles, les intégrer dès leur émergence, puis les valider et les transformer en projet, en processus et en artefacts. Le KM est un levier d'innovation et de productivité tout en étant un garant de la mémoire de l'organisation.

2.5.2. LES FREINS

Le KM est une discipline qui s'appuie sur un socle dont le fondement est constitué de trois facteurs : humains, organisationnels et technologiques. Chacun de ces facteurs dégage une problématique susceptible de freiner l'implantation efficace d'une démarche KM. Ces freins sont liés aux facteurs suivants :

L'organisation : l'implantation d'une démarche KM doit obligatoirement être accompagnée d'une organisation afin de faciliter l'échange de flux de connaissances entre les différents acteurs de l'organisation. Pour basculer vers un autre type d'organisation s'avère difficile car le basculement favorise difficilement le découplage des unités organisationnelles

L'individu : la mise en place d'une démarche KM rencontre souvent une sorte de résistance de la part des utilisateurs. Les raisons invoquées souvent sont soit le manque d'informations sur les attentes d'une démarche ou encore l'inadaptation des outils KM aux besoins des utilisateurs et à leurs compétences. Un autre obstacle majeur tient à la difficulté d'adopter les principes de partage et d'échange dans les organisations où le cloisonnement est très pesant.

La technologie : le marché des plateformes KM est très confus à cause des éditeurs logiciels. La raison majeure est l'inadaptation des solutions aux besoins réels et à la problématique de l'organisation parce que les solutions proposées sont souvent standards et intégrées.

2.6. SYSTÈMES DE GESTION DE CONNAISSANCES

Le KM ne se résume pas à une problématique technique. Pour autant, sa réalité opérationnelle dans les organisations reste indissociable des TIC et de leurs évolutions. La liste des technologies pouvant être impliquées dans une approche KM peut être longue, nous nous limitons aux :

Les supports intranet : Il s'agit des plateformes de gestion intégrée, utilisées à des fins de communication interne (messagerie électronique, téléconférence) d'une organisation. Elles sont considérées comme des moteurs permettant de sauvegarder, d'échanger et de rechercher de l'information.

Les systèmes de gestion de contenu : Un système de gestion de contenu aide les organisations à gérer ce contenu suivant un « cycle de publication », puisqu'il facilite la création,

le stockage et le partage du contenu. Ces systèmes rejoignent le même principe que celui de la gestion électronique de documents (GED).

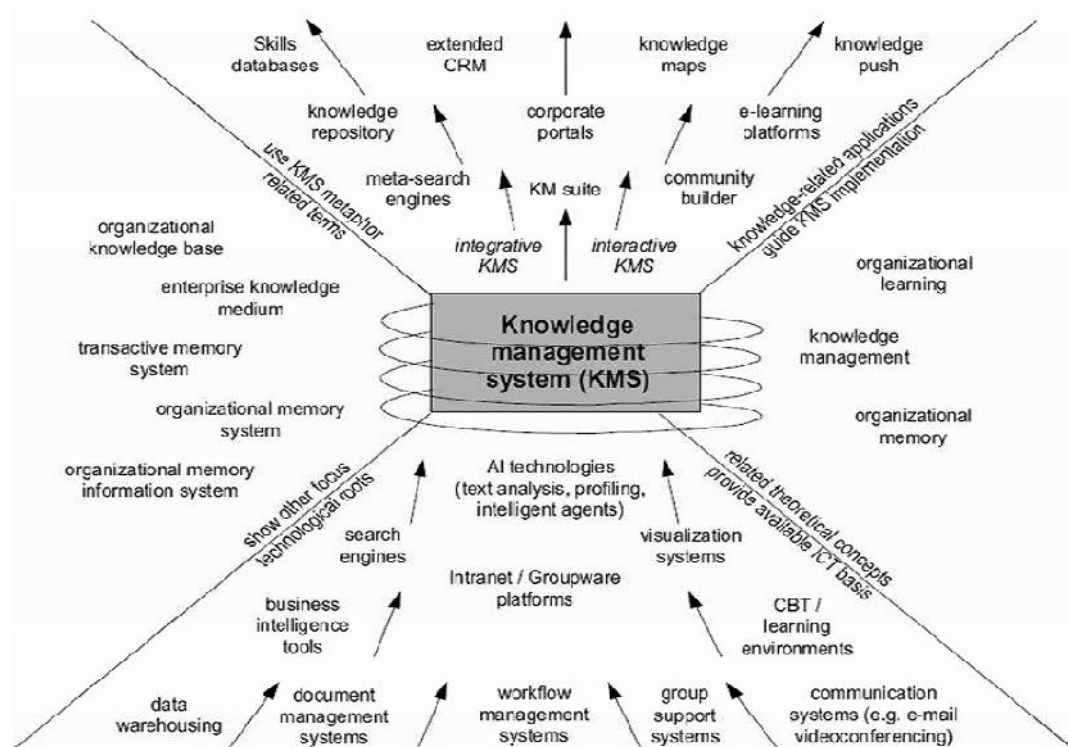
Les systèmes de gestion de Workflow : Il s'agit de systèmes qui automatisent et supportent et animent l'exécution des processus organisationnels formalisés, structurés et définis avec tous les éléments clés d'un processus : les actions, leur ordonnancement, les intervenants et leurs rôles.

Les groupewares. : Ce sont des plateformes plus ou moins intégrées, qui visent à faciliter le travail en groupe et mettent l'accent sur l'aspect de communication « messagerie électronique, liste de diffusion, forums de discussions, chat), l'aspect coopération (agendas électroniques partagés, outils d'édition partagés » et l'aspect coordination.

2.6.1. LA DÉFINITION D'UN SYSTÈME DE KNOWLEDGE MANAGEMENT

Un SKM permet d'identifier et d'appréhender les relations existantes entre individus, processus et connaissances. La Figure 2-4 montre les technologies et les concepts pouvant influencer sur la conception des SKM. Un tel système est le résultat d'une combinaison synergique de plusieurs technologies tout en se basant sur les approches théoriques du KM (partie droite de la figure) et en adoptant une démarche ou une stratégie (partie gauche de la figure) indiquant les objectifs du système ce qui donne lieu à des systèmes et des outils se focalisant sur le support des concepts et les théories du KM. Influençant.

FIGURE 2-4 : TECHNOLOGIES ET APPROCHES INFLUENÇANT LA CONSTRUCTION D'UN SKM



Source : UPGRADE Vol. III, No. 1, February 2002

Il s'agit donc d'un système qui assiste tout individu impliqué dans les processus de réorganisation des différentes activités d'une organisation. Un SKM offre les moyens aux individus de créer, organiser, partager et échanger leurs idées, compétences et expertises; il doit permettre aux organisations de localiser les individus et les communautés sources d'innovation, de les inciter à créer et échanger des connaissances et à améliorer leurs capacités d'apprentissage.

2.6.2. LES FONCTIONNALITÉS D'UN SKM

D'après Roland Maier [Maier, 2002] de l'Université d'Innsbruck d'Innsbruck, il existe trois fonctions d'un système de gestion des connaissances. Il les classe sous forme de catégories : les fonctions d'intégration, les fonctions d'interactions et finalement la fonction de liaison. Selon lui, les fonctions d'intégration d'un SKM sont celles qui supportent les stratégies de codification et adoptent une approche de SKM orientée produit; l'objectif de ces fonctions est de se baser sur les technologies manipulant les connaissances explicites et plus précisément textuelles, ainsi celles qui concernent leurs création, stockage et (ré)-utilisation dans des entrepôts documentaires (des mémoires organisationnelles).

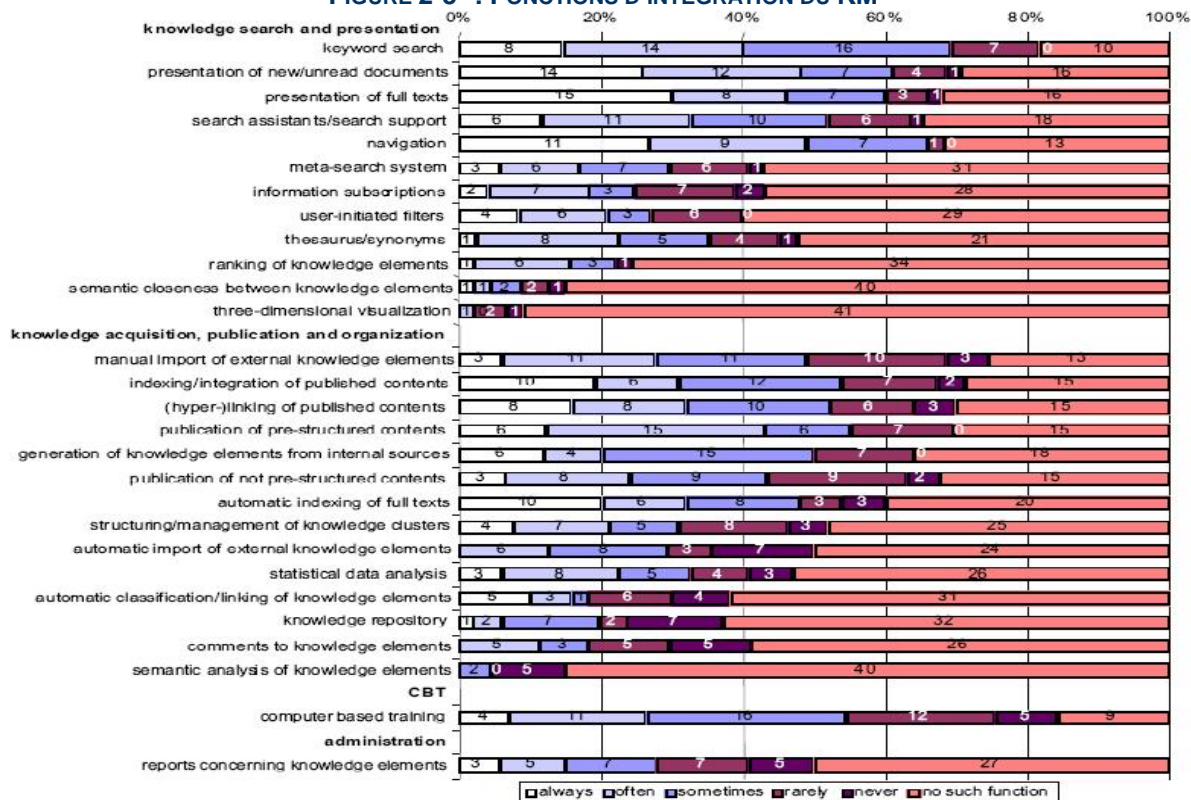
Nous trouvons dans la littérature une autre classification, qui rejoint les deux premières et qui distingue les approches de KM orientées « processus » des approches orientées « produit ». Les fonctions d'interaction d'un SKM supportent les stratégies de personnalisation en adoptant une approche de KM orientée processus. Cette approche perçoit le KM comme un processus social auquel tous les individus d'une organisation participent, communiquent et coopèrent. Les fonctions d'interaction sont supposées faciliter ce processus social de communication. D'après [Maier, 2002], un certain nombre de fonctions ne peut être classé dans l'une ou l'autre classe de fonctions. Ainsi, il a introduit une troisième classe de fonctions qui sont les fonctions de liaison ayant pour objectif de réduire l'écart qui existe entre les fonctions d'interaction et les fonctions d'intégration.

Les fonctions d'intégration

[Mayer, 2002] recense 28 fonctions d'intégration qui se focalisent sur la gestion des connaissances explicites d'une organisation. Ces dernières peuvent être classées en trois sous-catégories. A cet effet, on distingue :

- La recherche et présentation de connaissances,
- L'acquisition, publication et organisation de connaissances,
- L'administration du système.

FIGURE 2-5 : FONCTIONS D'INTÉGRATION DU KM



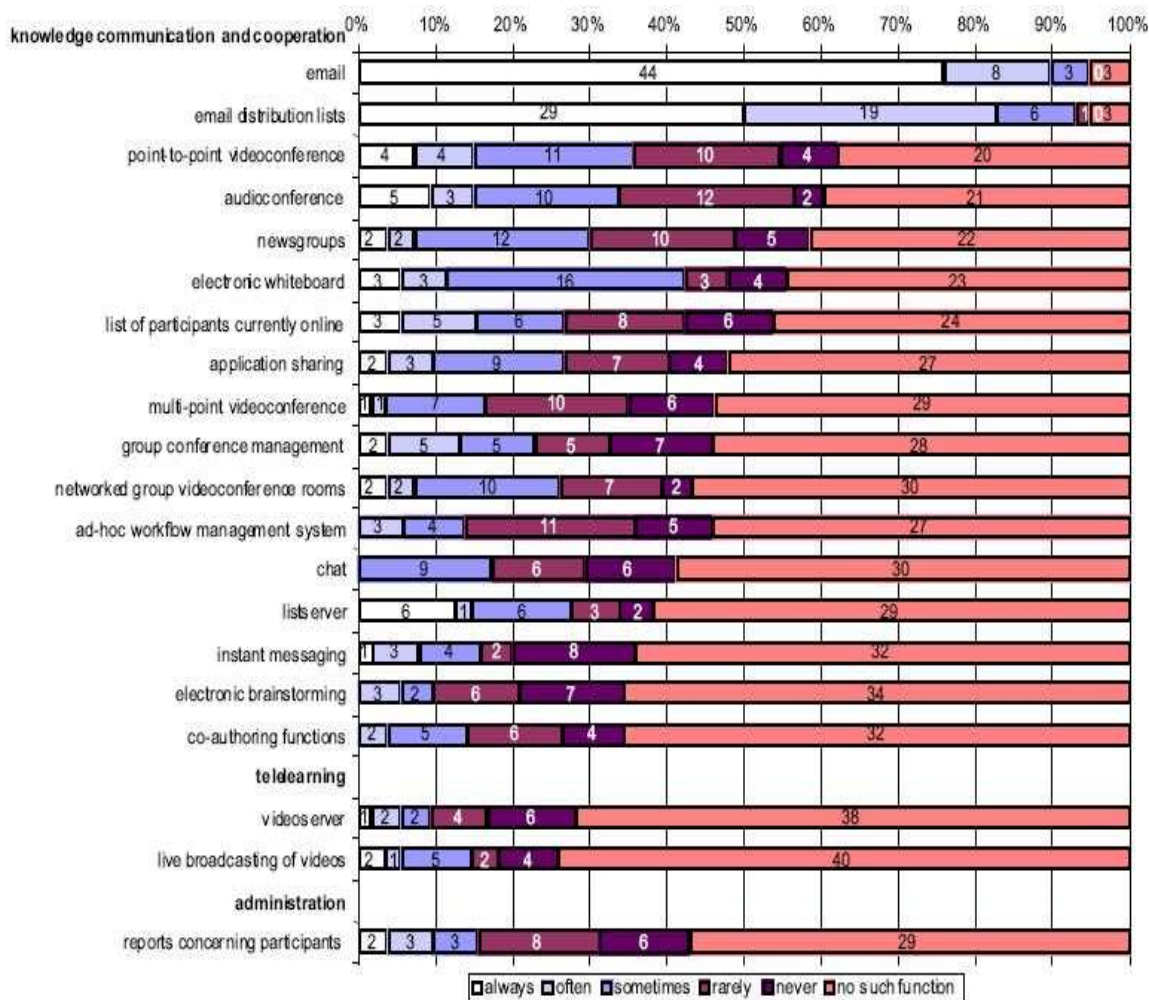
Source : UPGRADE Vol. III, No. 1, February 2002

Les fonctions d'interaction

Dans ce sens Mayer propose 20 fonctions d'interaction [Mayer, 2002]]. Ces fonctions sophistiquées se focalisent sur les aspects de partage de connaissances, de coopération et de collaboration entre les communautés d'experts en leur fournissant des espaces virtuels de travail coopératif. Elles peuvent être classées en trois catégories :

- Communication et coopération de connaissances,
- E-Learning,
- Administration du système.

FIGURE 2-6 : FONCTIONS D'INTER-ACTION DU KM



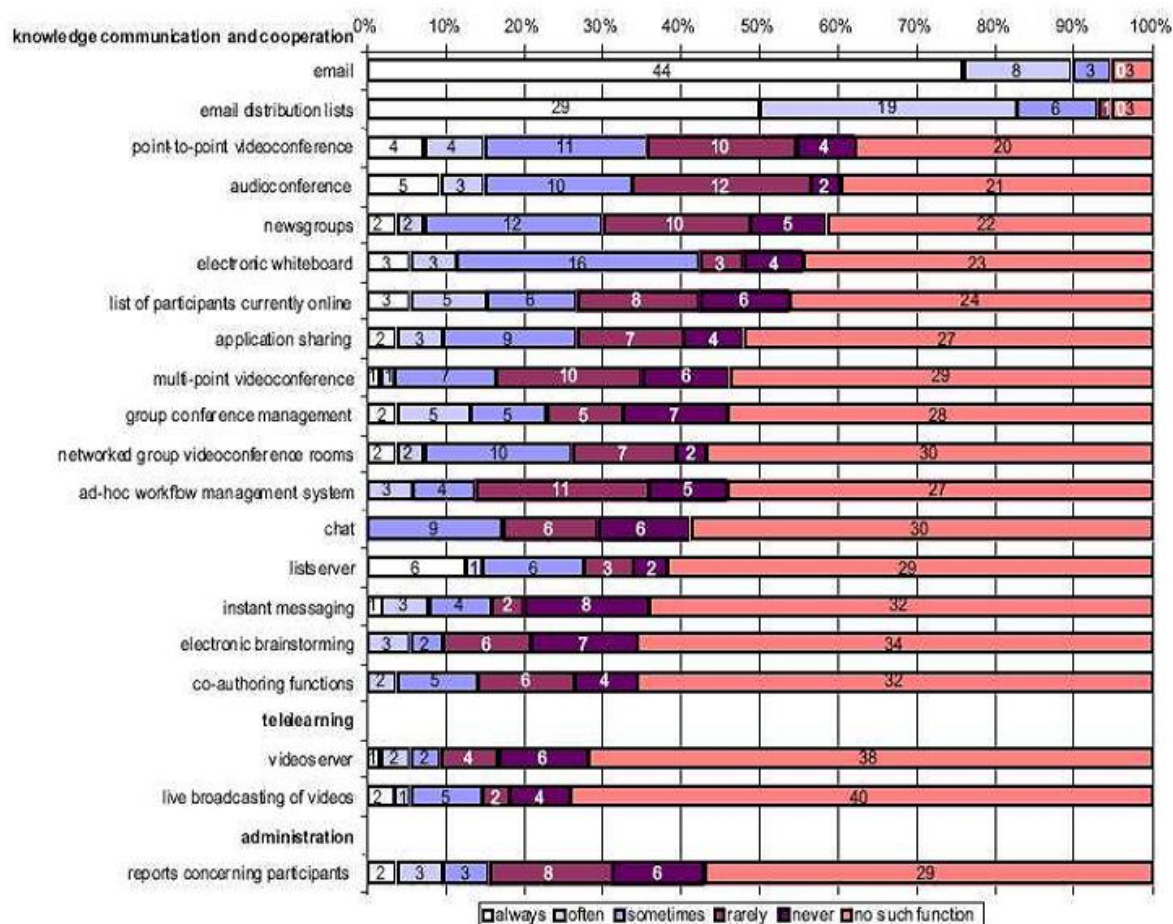
Source : UPGRADE Vol. III, No. 1, February 2002

Les fonctions de liaison

[Mayer, 2002] distingue 14 fonctions de liaison. Les fonctions d'intégration et d'interaction sont combinées pour aboutir à des SKM fortement intégrés, reliant ceux qui produisent la connaissance à ceux qui la consomment et enrichissent le contexte de recherche et présentation de connaissances en prenant en considération les unités organisationnelles. Ces fonctions peuvent être classées en trois catégories :

- Recherche et présentation de documents,
- Acquisition, publication et organisation de connaissance,
- Administration.

FIGURE 2-7 : FONCTIONS DE LIAISON DE KM



Source : UPGRADE Vol. III, No. 1, February 2002

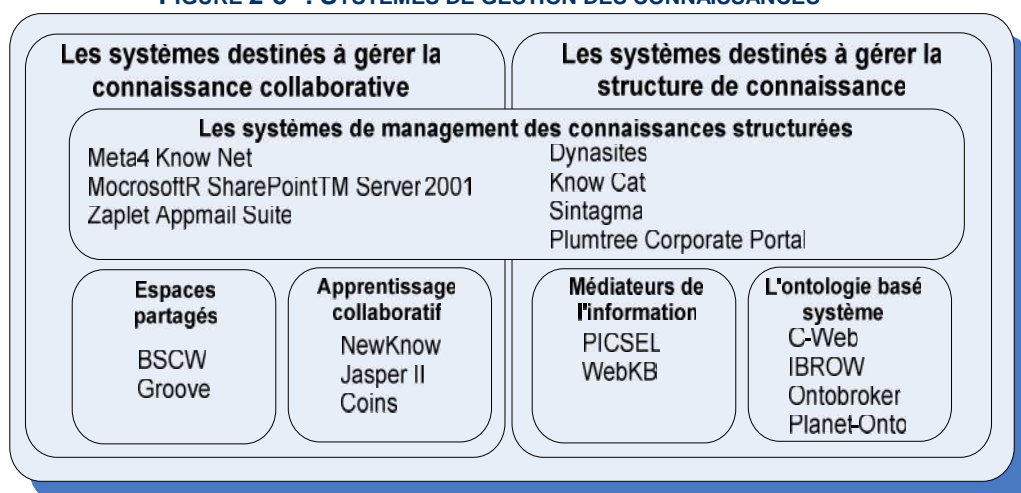
2.7. TYPES DES SYSTÈMES DE MANAGEMENT DE CONNAISSANCES EXISTANTS

Dans cette partie, nous présentons des SKM développés pour le domaine « manufacturing » et dans la recherche. Nous présentons aussi les SKM, que nous avons jugés les plus intéressants. Nous évoquerons, par la suite, avec un peu plus de détails, les caractéristiques de quelques-uns. Auparavant nous avons abordés les approches du KM orientées processus et celles orientées produit pour différencier les fonctionnalités qu'un SKM est supposé assumer. En effet, un tel système doit au minimum supporter l'une de ces deux approches de KM. [Cobos et al., 2002] a établi qu'un SKM doit vérifier l'une des deux caractéristiques techniques suivantes :

- Etablir une synergie positive entre les différents membres impliqués dans les processus KM de l'organisation en leur offrant un travail coopératif,
- Fournir une structure solide pour les connaissances organisationnelles gérées.

Ces deux aspects techniques permettent de définir une classification des SKM existants. Ainsi, nous distinguons des systèmes qui se focalisent sur l'aspect de travail coopératif en vue de générer des connaissances organisationnelles collectives. D'autres systèmes s'intéressent aux représentations et aux structures de connaissances organisationnelles. Mais, il existe un certain nombre de systèmes, cités par [Cobos et al., 2002] comme les SKM intégrés (Knowledge management integrated systems), qui fusionnent en un seul système les techniques de travail coopératif et les techniques de structuration et d'organisation de connaissances dans des mémoires organisationnelles communes.

FIGURE 2-8 : SYSTÈMES DE GESTION DES CONNAISSANCES



Source : R. Cobos - European Online Magazine for IT professional

2.7.1. LES SYSTÈMES DE GESTION DE CONNAISSANCES INTÉGRÉS - SKM

Le point commun de tous les SKM intégrés est qu'ils sont tous capables de capitaliser et d'organiser les connaissances collectives de type organisationnelles, humaines, techniques, culturelles, dans des espaces communs aux utilisateurs. Ceci donne naissance à des mémoires organisationnelles. Dans ces systèmes, les unités de connaissances prennent, généralement, la forme de documents de différents formats allant des pages web libres aux documents structurés. Le premier aspect à analyser, dans de tels systèmes, serait la structure de la représentation formelle attribuée aux unités de connaissance manipulées.

Dans la plupart des cas, la structure la plus utilisée est celle de la hiérarchisation de thèmes, intitulée aussi arbre de connaissances. Cependant, dans un certain nombre de systèmes, les connaissances peuvent être organisées en fonction de la manière dont les individus les utilisent et les partagent entre eux. Dans ce cas, ce sont les groupes qui décident de la structure des connaissances. Tous les outils déjà cités intègrent des mécanismes de recherche permettant aux utilisateurs d'accéder aux connaissances dont ils ont besoin, quelques-uns intègrent des mécanismes de catégorisation appliqués aux résultats de recherche obtenus. C'est le cas de Microsoft® SharePoint™ Portal Server 2001 et KnowCat. Quelques outils, tels que Meta4KnowNet®, vont plus loin et proposent des recommandations aux utilisateurs concernant les documents pouvant être les plus intéressants pour eux.

La particularité de ces outils, c'est que l'utilisateur participe activement au processus de construction des idées en exprimant son opinion concernant des connaissances système et même de la structure des connaissances. Ces outils possèdent différents types d'utilisateurs : le lecteur ou le consommateur de connaissances, l'éditeur ou le producteur de connaissances, le coordinateur, qui a pour rôle de superviser les contributions des producteurs et, enfin, l'expert, ayant pour rôle d'évaluer le contenu des connaissances.

2.7.2. LES SKM COLLABORATIFS²⁰

Les SKM collaboratifs ont pour mission fondamentale d'assister les acteurs de l'organisation impliqués dans le processus KM dans leurs tâches à l'intérieur des groupes. A cet effet, il est important de distinguer trois types majeurs de SKM collaboratifs. On cite par exemple :

- Les espaces partagés,
- Les systèmes de recommandations,
- Les systèmes d'apprentissage collaboratif.

²⁰ : www.meta4.fr/; www.microsoft.com/sharepoint/; www.e-carrot.net/

LES ESPACES PARTAGÉS

Ils offrent à l'utilisateur une interface partagée sous forme d'espace mémoire dans lequel les membres d'un groupe interagissent afin de partager leurs connaissances et d'en créer de nouvelles de manière collaborative. Les systèmes de ce type ont tendance à offrir des fonctionnalités similaires telles que les fonctionnalités de communication «messaging, forums de discussion, les fonctionnalités de partage de contenu afin de partager des fichiers, des contacts ou des liens et enfin des fonctionnalités de travail collectif tels que le « web browsing collectif », les outils d'édition multiutilisateurs et les agendas de groupes.

LES SYSTÈMES DE RECOMMANDATION

Ces systèmes sont basés sur des techniques de filtrage d'informations collaboratives assurant aux utilisateurs de parvenir à des informations qui les intéressent le plus en donnant juste leurs préférences. L'objectif d'un tel système est de chercher les informations jugées intéressantes à l'égard d'autres utilisateurs ayant des profils similaires.

Généralement, dans le contexte du commerce électronique, un système de recommandation est un système qui recommande à son utilisateur une liste de produits et de l'aide à évaluer ces produits. Le premier système de filtrage collaboratif est de type de systèmes orienté connaissances, citons **NEWKNOW**, développé par la société NewKnow Network²¹. Ce système classe les nouvelles connaissances dans des catégories et peut créer des relations entre des documents en analysant les consultations des utilisateurs de ces documents. Parmi ces les systèmes de recommandation, on note :

- **JASPER II**. développé par British Télécommunication, ce système a pour but de faciliter l'échange des connaissances tacites et explicites au sein d'une communauté d'intérêt,
- **COINS**. Cet outil, développé par le GMD²², recommande les pages Web qui ont été récemment fréquemment consultées par les utilisateurs.

2.7.3. LES SYSTÈMES D'APPRENTISSAGE COLLABORATIF

Tout d'abord, nous rappelons que l'apprentissage collaboratif est une activité sociale impliquant une communauté de pratique qui partage des connaissances et procure de nouvelles connaissances. Nous avons accordé de l'intérêt à de tels systèmes parce qu'ils permettent aux utilisateurs d'apprendre à travers un processus d'intégration, d'administration et de dissémination des connaissances aux utilisateurs, trois aspects caractéristiques des SKM. Les systèmes d'apprentissage collaboratifs partagent les aspects suivants :

- Un espace pour la communauté d'apprenants dans lequel ces derniers peuvent échanger leurs idées et connaissances, utilisant les outils de collaboration intégrés dans l'espace,
- Les connaissances sont généralement structurées par thème. Les unités de connaissances ne sont pas essentiellement des documents mais aussi des exercices, des études, des questions-réponses, etc.

Le premier exemple de ce type de systèmes est **WISE**²³, qui est destiné à l'acquisition de connaissances basé sur le web dans le but de fournir à ses apprenants un outil de travail collaboratif didactique. Ce qui leur permet d'apprendre et de répondre à des controverses scientifiques en concevant et discutant des solutions. En plus, WISE supporte d'autres communautés d'intérêt que celles des apprenants, par exemple la communauté des professeurs, à qui il offre la possibilité de créer leur propre espace dans lequel ils pourront partager et échanger les références à propos d'un thème et de la manière dont il peut être structuré.

²¹ : www.research.compac.com/SRC/eachmovie

²² : www.orgwis.gmd.de/projects/coins

²³ : wise.berkeley.edu/

Dans le système **GENTLE**²⁴, développé au sein de l'université de Gr.z en Autriche, les connaissances prennent la forme d'une librairie statique (publications et revues digitales) et d'une bibliothèque dynamique (sites web, bases de données d'expertises, forums de discussion, etc.). Le tout peut constituer une collection de connaissances classifiées par thèmes, cours et termes [Dietinger et al., 1998].

D'autres systèmes, tels que **DEGREE**²⁵, organisent les connaissances des apprenants exprimés sous forme d'idées. DEGREE a été développé par **UNED** (Universidad Nacional de Educación a Distancia : Université Nationale d'Enseignement à Distance, en Espagne) et permet à ses utilisateurs d'échanger des idées et des contributions en vue de parvenir à un consensus [Barros et al., 2000]. Un autre exemple de systèmes est le système CSILE (Computer Supported Intentional Learning Environment), développé par Marlene Scardamalia et Carl Bereiter, de l'Ontario Institute for Studies in Education, à Toronto²⁶ [Scardamalia et al., 1999].

2.8. SYSTÈMES AXÉS SUR LA REPRÉSENTATION DE CONNAISSANCES

Dans cette catégorie, on distingue trois types de systèmes :

1. LES SYSTÈMES MÉDIATEURS D'INFORMATIONS

Ce système permet de fournir aux utilisateurs une plateforme à travers laquelle ils peuvent consulter des ressources d'un domaine particulier. Ces ressources peuvent être distribuées et hétérogènes. La plateforme masque à l'utilisateur l'aspect distribution et hétérogénéité et lui offre une représentation centralisée et homogène. Ce type de système est centré sur la création de structures virtuelles qui révèlent des relations dans les connaissances et les rend disponibles de manière transparente, sans donner aucune importance à une possibilité d'interaction entre les utilisateurs.

2. LES SYSTÈMES BASÉS SUR LES ONTOLOGIES

Une ontologie permet la création de documents plus formels, plus spécifiques et plus puissants aussi bien que de contraintes et de règles. Une ontologie capture et structure la connaissance dans un domaine. Ainsi, l'ontologie capture la signification des concepts qui sont spécifiques pour ce domaine. Cette signification sera alors disponible pour les utilisateurs finaux par l'utilisation d'instruments « par exemple l'indexation de recherche et de recouvrement qui appliquent les ontologies ».

Les premières utilisations du concept d'ontologie sont apparues dans le domaine des web sémantiques. Plus tard, les ontologies ont été utilisées comme base de nombreux systèmes technologiques. Les SKM basés sur les ontologies ont été utilisés dans plusieurs environnements. On trouve par exemple dans le domaine du business des systèmes comme : **WebCADET** [CaldWell et al., 2000], qui est un système basé sur le web pour le support de la prise de décision en intégrant un moteur d'inférence. Planet-Onto est un autre exemple. C'est un système développé comme un administrateur intelligent de news pour des groupes de travail interinstitutionnels.

3. LES BIBLIOTHÈQUES NUMÉRIQUES

Les bibliothèques numériques sont des systèmes combinant les technologies de communication et celles du stockage des informations numériques pour reproduire, imiter et étendre les services que les bibliothèques conventionnelles offrent comme par exemple la collection, le catalogage, l'administration et la dissémination des informations bibliographiques. Un exemple de tels systèmes est COSPEX14 (COncceptual SPace EXplorer), qui capture les informations de sources éparpillées et permet à l'utilisateur de construire sa propre bibliothèque numérique.

²⁴ : wbt-2.iicn.edu/product

²⁵ : DEGREE : Distance éducation Environnement for GRoup- ExperiencEs

²⁶ : www.ed.gov/pubs/EdreformStudies/EdTech/csile.html

2.8.1. CONCLUSION

Parmi les différents aspects du KM celui de l'intégration du système de gestion des connaissances à l'existant est sans doute l'un des plus importants. En effet, pour qu'un tel système puisse jouer pleinement son rôle de support pour le transfert et le partage des savoirs de l'organisation, il doit être en mesure d'accéder à l'ensemble des sources de données. Les SKM sont des systèmes très complexes et sophistiqués. Leur développement et leur implémentation sont des processus difficiles pour plusieurs raisons. Ces difficultés se traduisent par les complexités suivantes :

- **Technique** : la complexité technique des fonctions « intelligentes » qui caractérisent les SKM des systèmes traditionnels, en plus et du volume énorme de données, de documents, de messages, de liens, de critères de personnalisation que les SKM sont supposés gérer.
- **Organisationnelle** : la complexité organisationnelle de la solution qui impacte, d'une part, les processus de connaissances, c'est-à-dire, « création, organisation, partage, transfert » et, d'autre part, le rôle et la responsabilité des unités organisationnelles.
- **Humaine** : la complexité humaine, puisqu'un SKM est supposé soutenir les activités cognitives et sociales des personnes impliquées dans l'organisation.

La réussite d'une démarche de KM consiste à répertorier les savoirs mis en œuvre, à les rendre explicites lorsqu'ils sont tacites, à les organiser au sein d'un système d'information ouvert à tous. Une démarche KM peut donc avoir plusieurs objectifs :

- **Offensif** : lorsqu'il s'agit de mieux combiner les connaissances pour améliorer la qualité ou la faculté d'innovation,
- **Défensif** : lorsqu'il s'agit de préserver, ou de transmettre à de nouveaux arrivants, le capital de connaissances d'une entreprise soumise à un changement ou au départ en retraite de son personnel.

Les connaissances collectivisées, les expériences capitalisées d'une entreprise doivent être préservées dans une mémoire d'entreprise dans un but de réutilisation plus tard. Ces expériences passées, les projets réalisés et mémorisées dans une entreprise forment une partie intégrante d'un capital que les décideurs dans une entreprise investissent dans la réalisation de nouveaux projets. Ce capital doit être préservé dans une mémoire appelée mémoire de projet, mémoire qui doit être capable de « décrire l'historique d'un projet » [Pomian, 1996].

Aujourd'hui, les efforts consentis sur les middlewares n'ont de véritables impacts que sur les processus et très peu sur les modèles de données. Ceci handicape énormément les SKM qui, pour intégrer différentes sources de données, doivent faire l'objet de développements spécifiques aussi coûteux que difficiles à réaliser et à maintenir.

2.9. ÉTAT DE L'ART DES MÉTHODES DE FORMALISATION DES CONNAISSANCES

Ces méthodes ont l'avantage de rationaliser les processus, particulièrement lorsque ces derniers sont complexes et permettent d'éviter les égarements. C'est un fait que la connaissance est de nature intangible. La connaissance rend l'utilisation d'une méthode très intéressante : une méthode de formalisation des connaissances propose une manière de faire pour démystifier la connaissance de son caractère tacite ou implicite. D'après Magalie BRIQUET²⁷ une méthode s'inspire, en général, du vécu et de l'expérience de l'homme et, surtout, de ce qui ne fonctionne pas. Les méthodes sont là pour répondre aux problématiques. Par exemple :

- Traiter une masse informationnelle et l'assembler,
- Décomplexer un système de conception avancé,
- Augmenter l'efficacité d'un système en termes de coûts et de temps,

²⁷ Magalie BRIQUET <http://www.crph.tu>

- Rendre visible une connaissance disséminée entre les personnes,
- S'assurer de la participation des utilisateurs.

Les méthodes de formalisation selon J-Y Prax ont toutes pour objectif « d'assister le professionnel dans la production d'une connaissance explicite, diffusable, réutilisable, évolutive, venant enrichir une mémoire organisationnelle ». Les méthodes que nous allons présenter dans ce qui suit procèdent toutes par un recueil des connaissances auprès de l'expert, ou recueil d'informations dans un système d'information suivant un support technologique quelconque. Même si elles ont été conçues à d'autres fins, elles ont pour résultat, intermédiaire ou final, de formaliser, sous des formes différentes, les connaissances, les rendant ainsi « visibles ». Le mécanisme de la formalisation comporte deux grandes étapes :

- 1ère étape : acquisition et recueil des connaissances,
- 2ème étape : formalisation de connaissances.

Si nous nous référons à la définition de [Dieng et al, 1998] « le mangement de connaissances est un processus d'explicitation, de partage, d'appropriation et de modélisation ». La majorité des méthodes de formalisations de connaissances visent la définition d'une mémoire d'entreprise comme un patrimoine de connaissances. Ces méthodes peuvent être classées suivant deux catégories :

- Les méthodes de capitalisation des connaissances,
- Les méthodes d'extraction de connaissances.

La problématique posée dans notre thèse consiste à relever la question suivante :

Comment formaliser les informations extraites en temps réel à partir d'une activité et comment représenter le contexte du projet et définir son influence sur le raisonnement au moment de la conception ?

C'est en fait là où réside notre problématique, c'est-à-dire que la modélisation doit s'intégrer dans le « core business » de l'entreprise, c'est-à-dire, l'extraction directe et la modélisation des connaissances induisent des changements dans l'entreprise et dans la réalisation d'un projet. Mais avant de se pencher sur l'explicitation de la réponse à notre problématique, nous nous proposons d'aller plus en détail dans le répertoire des méthodes de formalisation que la littérature nous met à disposition sur ce sujet.

La formalisation dont on parle peut prendre la forme d'une modélisation, plus ou moins formelle, ou d'une transcription structurée, sous forme de fiches par exemple, ou encore d'une combinaison des deux. Les méthodes présentées ci-dessous répondent toutes à la définition proposée par Jean-Yves PRAX [Prax, 2000]. Nous allons présenter dans un premier temps les méthodes de capitalisation classique puis nous nous focaliserons sur les méthodes de capitalisation des mémoires de projet.

Selon [Dieng et al, 2000] les méthodes identifiées ont été segmentées comme suit:

- **Les méthodes de capitalisation des connaissances**

Exemples : Rex, MKSM, CYGMA, Atelier FX, Merex, Componential Framework, CommonKADS, KOD.

- **Les approches de capitalisation de mémoire de projet.**

Exemples : IBIS, QOC, DRCS, DRAMA, EMMA, SAGACE, DIPA.

Afin de proposer une approche méthodologique pour la construction de la mémoire de projet selon la segmentation de Dieng, nous avons analysé aussi bien des méthodes dédiées à la mémoire de projet que des méthodes plus générales de capitalisation des connaissances. Ainsi, des approches de capitalisation des connaissances de mémoire de projet ont été proposées. Nous allons aborder un certain nombre de ces approches qui sont définies soit pour la conception ou pour d'autres domaines.

2.10. MÉTHODES DE CAPITALISATION DES CONNAISSANCES

2.10.1. LA MÉTHODE REX

Cette méthode a été conçue au départ dans le but de capitaliser sur les expériences de conception de réacteurs nucléaires. La méthode a été ensuite déployée dans plusieurs types d'applications comme par exemple la spécification de systèmes de contrôle dans le domaine électrique, la conception de générateurs électriques, la conception aéronautique, etc. Le principe fondamental de cette méthode consiste à former des «éléments d'expériences», extraits d'un « *core business* » et à restituer ces éléments pour qu'un utilisateur puisse les évaluer et les valoriser. Les éléments d'expérience ainsi définis sont mémorisés dans une mémoire d'expérience appelée « CEMem » avant d'être restitués. Différents types de fiches de connaissances peuvent être gérés dans une application REX :

Dans l'application REX, différents types de fiches de connaissances peuvent être gérés. Ces fiches, qui se présentent comme des formulaires, sont définies par :

- un contexte d'un problème ou d'une situation de résolution de problème,
- une description ou corps,
- une liste de références.

Le corps est décomposé lui-même en trois parties :

- une description neutre d'un fait,
- une opinion propre et des commentaires,
- des recommandations.

Les éléments d'expérience sont définis à l'issue des entretiens auprès d'experts et à partir des documents relatant une activité (i.e. documents de synthèses, bases de données). On remarque que dans la fiche des éléments d'expertise, on présente des éléments relatifs à une description d'une expérience de résolution de problème et de prise de décision. Par contre, on n'y trouve pas des représentations des éléments du contexte au sens caractéristiques du déroulement de l'activité.

Créée en 1995, au sein du constructeur automobile Renault, elle a pour objectif de capitaliser les connaissances accumulées par les différents acteurs de l'entreprise d'un projet à l'autre. Le cadre que donne cette méthode est la fiche d'expérience qui obéit aux règles suivantes :

- Chaque expérience est limitée à une fiche format A4,
- Les détails de l'expérience sont capitalisés,
- La description est limitée à des faits simples et précis,
- La méthode est utilisable par tous.

TYPES DE REPRÉSENTATION

La méthode REX utilise des éléments d'expérience pour décrire des situations de prise de décision précises. Il s'agit donc de fiches de définition de problème de données et de description de sa résolution. La méthode ne permet de décrire des modèles génériques pour représenter les processus de résolution de problème.

FORMES DE PRÉSENTATION

Le mode de présentation est textuel. On le voit clairement dans les fiches d'éléments d'expérience notamment dans la partie corps où il y a les observations, les hypothèses et les commentaires.

2.10.2. LA MÉTHODE CYGMA

(CYcle de vie et Gestion des Métiers et des Applications) a été définie par la société KADE-TECH afin de capitaliser des connaissances liées à la vie d'un produit manufacturé. Cette méthode a été appliquée dans les industries manufacturières et spécialement dans l'activité de conception (bureau

d'études, de méthodes et d'industrialisation). CYGMA prévoit six catégories de connaissances industrielles [Dieng et al., 2000]: connaissances singulières, terminologiques, structurelles, comportementales, stratégiques et opératoires.

En se basant sur ces catégories, la méthode permet de définir des référentiels métiers appelés «Bréviaire de connaissances de filière métier» et de Bases de Connaissances, exploitables par des algorithmes de raisonnement déductif. Ces Bases de connaissances sont appelés AMI (Applications Métier Industrielles ou Assistants Métier de l'Ingénieur).

La méthode CYGMA préconise des entretiens avec les experts et une étude de la documentation de l'entreprise afin de définir un «bréviaire de connaissances». Ce bréviaire sera ensuite validé avec les experts. Dans ce bréviaire, les connaissances sont structurées en quatre documents: le glossaire métier, le livret sémantique, le cahier de règles et le manuel opératoire [Dieng et al., 2000] :

- D'un glossaire métier qui définit le périmètre et les termes utilisés dans le métier,
- D'un livret sémantique qui répertorie les représentations structurelles d'un objet, les phénomènes observés et les problèmes à résoudre,
- D'un cahier de règles qui est un ensemble de connaissances et de faits rassemblés sous forme de règles,
- D'un manuel opératoire qui représente un enchaînement d'activités et qui intègre la connaissance structurelle et la connaissance comportementale (facteur humain).

La démarche de mise en œuvre de CYGMA est de partir du besoin des équipes de terrain pour construire un livrable qui permettra le transfert de connaissances et qui sensibilisera les utilisateurs futurs à l'importance de la mise à jour d'un tel référentiel.

TYPES DE REPRÉSENTATION

La méthode CYGMA représente la résolution de problème à travers un modèle de processus de résolution. On n'y trouve pas de représentation par situation et par cas. De même le contexte de l'activité est représenté à travers un nombre de modèles complémentaires.

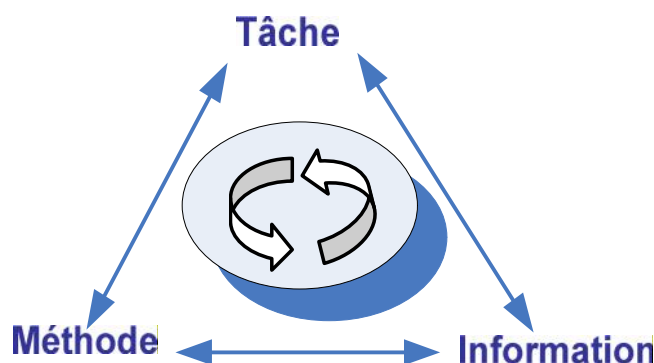
FORME DE PRÉSENTATION

C'est plutôt la présentation graphique qui domine dans la méthode CYGMA.

2.10.3. LA MÉTHODE COMPONENTIAL FRAMEWORK

L'approche Componential Framework a été mise en place dans le cadre de l'acquisition des connaissances pour développer des systèmes à base de connaissances. Ensuite, cette approche a subi des modifications faites pour supporter le déploiement de KM dans une entreprise. Dans cette méthode, une activité peut être définie selon trois perspectives [Steels, 1993] : tâche, information et méthode, comme le montre la figure 2-9 :

FIGURE 2-9 : TROIS PERSPECTIVES DÉFINISSANT UNE ACTIVITÉ



Source : Steels - Corporate knowledge management (1993)

La description de ces trois perspectives se présente comme suit :

- Une tâche décrit les objectifs à atteindre,
- L'information met en avant les informations et les connaissances consultées et construites pour réaliser les tâches,
- La méthode met en évidence comment les informations ont été utilisées pour réaliser les tâches.

La définition de ces trois perspectives forme un cycle dans lequel chaque perspective évoque des connaissances à définir dans une autre perspective. On trouve dans l'approche «Componential Framework» des représentations de quelques éléments de l'environnement de l'activité. Par exemple, la décomposition des tâches est décrite graphiquement grâce à un arbre de tâches appelé "structure de tâches" et les différents types d'information sont organisés sous forme de deux sortes de modèles : modèle du domaine et modèles de cas. La résolution de problèmes de son côté est prise en compte par l'approche à travers un « diagramme de contrôle » qui permet de décrire graphiquement un flot de contrôle sous forme d'un automate fini, auquel est attribué un état initial, un état de succès et un état d'échec.

TYPES DE REPRÉSENTATION :

L'approche « Componential Framework » permet de décrire des modèles de représentation de l'activité globale d'une expertise mais nous pouvons également trouver des modèles de cas qui correspondent à des descriptions de situations spécifiques de résolution de problèmes.

FORME DE PRÉSENTATION :

« Componential Framework » utilise des présentations mixtes : graphiques et textuelles. On note qu'un logiciel a été défini comme support de la méthode. Ce logiciel permet de représenter les différentes perspectives ainsi que les diagrammes de relations entre ces perspectives. Des liens hypertextes sont aussi définis. Ils permettent une navigation entre les descriptions graphiques et textuelles ainsi que les logiciels associés.

2.10.4. L'APPROCHE EMMA

L'approche EMMA (Evolution Memory Management Assistant) [McCullough et al, 1998] est une approche de représentation des connaissances utilisées dans un projet de conception de logiciels. Cette approche fournit un modèle de représentation appelé « MetaModel » qui permet de décrire le processus de conception d'un logiciel sous forme de buts à atteindre. Le principe de base de l'approche consiste à distinguer dans un processus de conception :

- Les buts à atteindre,
- Les plans définis pour atteindre ces buts,
- Le contexte des plans définis,
- Les changements apportés ainsi que l'évolution du processus.

Le processus de conception est donc représenté comme une structure de solution qui met en association les buts avec les plans qui leur sont destinés.

Un plan est décomposé en sous-buts alternatifs. Un ensemble de primitives est fourni à cet effet. Notons parmi elles:

- **But de la solution associée** : il est défini par son nom, sa description et des références.
- **Spécification de la solution associée** : elle est définie par le type, la description et un ensemble de propriétés.
- **Contexte** : il est défini par les termes utilisés, les hypothèses de solution et les ressources,
- **Élaboration** : elle est définie par les plans alternatifs, un plan actif choisi et les justifications du choix. Ces justifications peuvent avoir des liens avec des documents hypertextes ou avec

une structure d'arguments provenant d'autres types de représentation, comme celles définies dans la méthode IBIS.

- **Informations sur la collaboration** : elles mettent en évidence les propriétaires d'un but et les sous-traitants fournisseurs du plan qui permet d'atteindre le but.
- **Informations sur l'évolution du but** : il s'agit d'une description des changements qui affectent le but.

Ces primitives sont associées à la description d'un but. De même un plan peut être défini par :

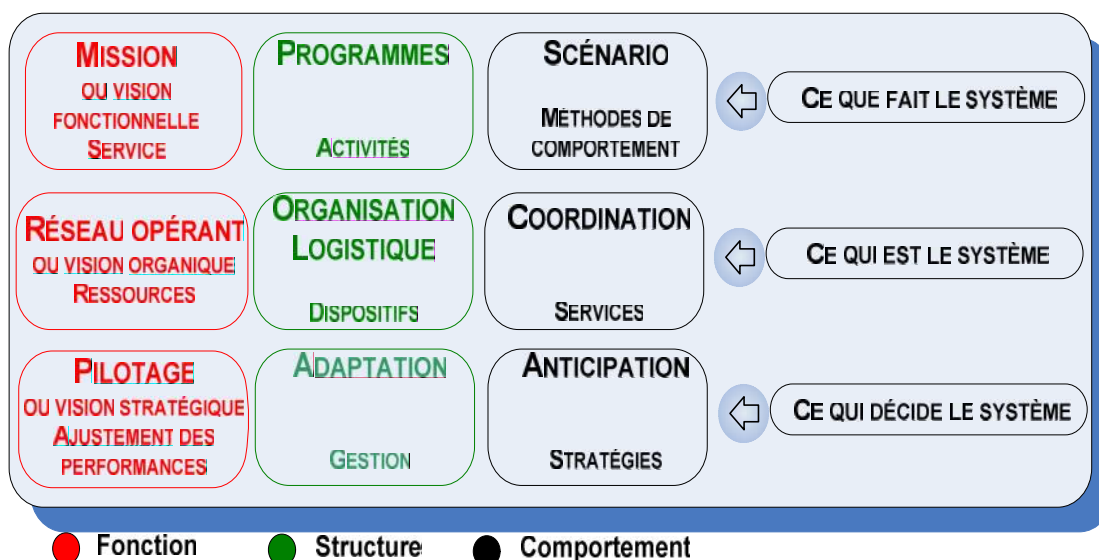
- Une élaboration. Elle met en évidence le but du travail (une spécification du but père) et un ensemble de sous-buts permettant d'atteindre le but principal,
- Des informations sur la collaboration. Elles présentent les sous-traitants, auteurs du plan et Informations sur l'évolution du plan.

L'outil EMMA est développé en Java. Il est basé sur des interfaces hypertextes. Il permet aux concepteurs et aux gestionnaires de logiciels complexes d'explorer, de choisir et de documenter de manière coopérative les solutions envisagées.

2.10.5. L'APPROCHE SAGACE

L'approche SAGACE est née pour répondre aux besoins de la sécurité des systèmes complexes par une modélisation adaptée aux installations technologiques et notamment nucléaires. SAGACE a été développée au sein du Laboratoire d'Informatique Appliquée (LIA) au Commissariat à l'Energie Atomique (CEA). Elle propose une grille systémographique, présentée sur la figure 2-10, qui croise les trois hiérarchies : fonctionnelle, organique et décisionnelle (stratégique) avec la hiérarchie temporelle. Elle propose de modéliser le système selon les neuf points de vue résultants. Son système de modélisation associé permet alors de les explorer en profondeur. Lors de l'analyse, le système va être considéré suivant trois visions et trois perspectives. La mise en correspondance des visions et perspectives de modélisation conduisent à distinguer neuf points :

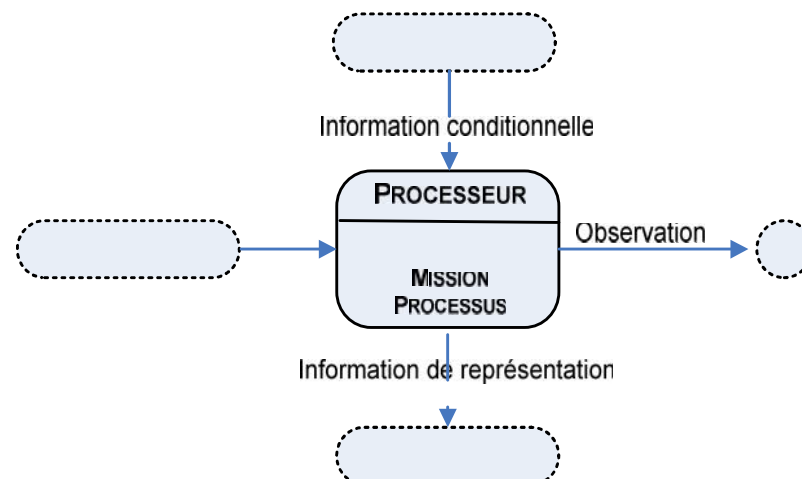
FIGURE 2-10 : MATRICE SAGACE DES POINTS DE VUE DE MODÉLISATION D'UN SYSTÈME



Source : J.-P. Meinadier. *Ingénierie et intégration des systèmes*. - Hermès, 1998

Cette modélisation se base sur trois types de visions : fonctionnelle, organique et opérationnelle, (cf. la partie rouge de la figure 2-10). Les visions sont décrites à l'aide de trois principaux éléments : processeur, flux et observateur, cf. 2-11. Un processeur décrit une activité qui réagit avec son environnement sous forme d'un Flux. Certaines caractéristiques du flux sont observables. Elles sont appelées Observateurs.

FIGURE 2-11 : TROIS ÉLÉMENTS QUI REPRÉSENTENT LES DONNÉES DANS LES VISIONS



Source : Olivier CORBY, Myriam RIBIERE INRIA Sophia Antipolis

Un processeur change de statut d'une vision à l'autre :

- Dans la vision fonctionnelle, un processeur décrit : une fonction, les contraintes de conception, les objectifs et les activités mises en œuvre,
- Dans la vision organique, un processeur décrit : les ressources et les moyens,
- Dans la vision opérationnelle, il décrit la tâche et les acteurs.

Par exemple, dans les systèmes technologiques, les trois visions représentent :

- Les fonctions de service (vision fonctionnelle),
- Les composants (vision organique),
- L'activité des utilisateurs (vision opérationnelle).

Dans une organisation, la vision organique décrit les acteurs humains et la vision opérationnelle décrit les conditions de leur coopération comme les règles instaurées et les objectifs sous-jacents. Dans un système à base de connaissances, la vision fonctionnelle représente la stratégie de résolution alors que la vision organique décrit les inférences. La vision opérationnelle contient les tâches contrôlant le raisonnement.

Un élément du flux est représenté par son nom et son support ou sa forme. Ces éléments sont classés en quatre types :

- Entrée (axe horizontal et flèche de gauche),
- Sortie (axe horizontal et flèche de droite),
- Information conditionnelle (axe vertical et flèche d'en haut); ces informations représentent une condition d'exécution, une contrainte de pilotage ou une contrainte de sélection de moyens
- Information de représentation (axe vertical et flèche vers le bas); ces informations peuvent décrire l'exécution de la mission, le déroulement du processus et une configuration du processeur.

Un observateur met en avant une caractéristique observable d'un élément du flux. Il est représenté par une ellipse avec un nom reflétant la nature de la caractéristique, (par exemple : débit, etc.). Il est présenté sur la flèche du flux. Un observateur a des attributs comme défaut, alarme, tendance, etc.

L'ensemble des observateurs définis à pour un système reflète le comportement du système, son évolution et sa réaction avec son environnement.

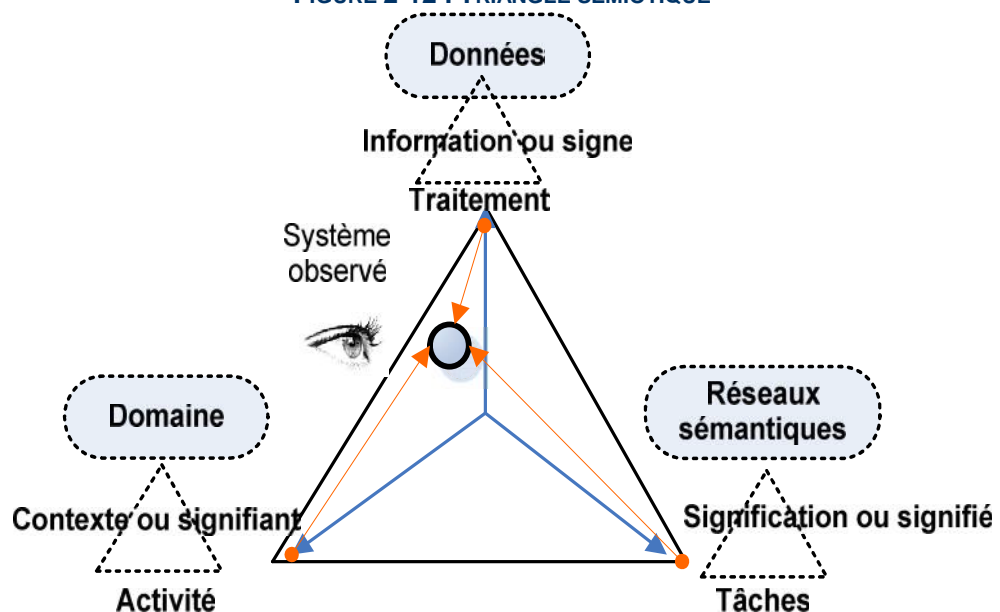
2.10.6. LA MÉTHODE MKSM

La première hypothèse forte à la base de la méthode MKSM est que le patrimoine de connaissances d'une organisation est un "objet", un "phénomène", perçu par tous comme un ensemble global d'éléments, abstraits, concrets, conceptuels, matériels, etc., qui, même s'il est mal aisé de les distinguer ou de les interpréter donnent un sens, une signification, une cohésion intrinsèque au système. C'est la perception globale de ces éléments qui justifie qu'il existe bien quelque chose susceptible d'être observé, voire d'être modélisé, que nous ne connaissons pas encore, que nous ne pouvons peut-être même pas nommer pour le moment.

MKSM (Methodology for Knowledge System Management) [J-L. Ermine et al., 1996] est une méthode qui a été développée au CEA avec un objectif de gestion des connaissances. La méthode se base principalement sur un triangle sémiotique, cf. figure 2-12, où trois dimensions sont prises en compte : la syntaxe, la sémantique et la pragmatique.

L'analyse des connaissances dans une organisation suivant ces trois dimensions consiste à considérer l'information (syntaxe), la signification (sémantique) et le contexte (pragmatique). L'analyse de ces dimensions est guidée par l'étude du traitement des données, des tâches et de l'activité du domaine.

FIGURE 2-12 : TRIANGLE SÉMIOTIQUE



Source : J-L Le Moigne : Les trois axes du triangle sémiotique, La conjonction S3

Cette modélisation met en évidence les flots de connaissances et d'informations, les acteurs (ou agents) producteurs et consommateurs de la connaissance. Chaque agent est défini par son rôle dans l'entreprise, les informations consommées, les informations produites, les connaissances consommées et les connaissances produites. Cette modélisation peut être représentée sous forme d'un diagramme SADT dans lequel le système opérant représente des informations sur les agents, le système de décision définit l'environnement et la capacité d'organisation et de structuration et le système d'information rassemble les documents et les bases de données de l'entreprise.

Le patrimoine de connaissances comporte deux éléments principaux : le livre de connaissances et le système opérationnel de gestion de connaissances. Ce dernier peut être défini sous forme de systèmes de supervision, d'aide à la décision, d'information et de documentation, de formation, de veille technologique ou stratégique et de gestion de la qualité. Le livre de connaissances rassemble des modèles de connaissances en complément des documents de l'entreprise comme les fiches, les plans, les documents techniques, les images, les références, etc. La méthode MKSM préconise des techniques pour représenter des modèles de connaissances suivant le triangle sémiotique défini 3-11. Nous décrivons dans ce qui suit cette modélisation. La méthode MKSK se base sur deux modèles de connaissances :

Modélisation du contexte

Deux modèles sont définis pour représenter le contexte: un modèle du domaine et un modèle de l'activité.

- Le modèle du domaine: deux types de connaissances sont mis en évidence dans le modèle du domaine :
 - le type du flot des connaissances (matériel, énergie, information etc.),
 - les sources et cibles des connaissances. Dans ce modèle, une source est définie par une action (peut être décomposée en plusieurs actions), qui crée le flux et par un ensemble d'événements qui activent le processus. De même, la cible est décrite par une action qui représente l'effet du flux.
- Le modèle de l'activité: il représente le flot de données dans les activités. Il est défini sous une forme proche d'un actigramme SADT. Ce flux décrit les entrées, sorties, ressources et acteurs d'une activité.

Une activité peut être décomposée en plusieurs activités, représentées par plusieurs diagrammes.

Modélisation de la signification

La signification est modélisée par avec deux types de modèles : un modèle de concepts et un modèle de tâches.

- Le modèle de concepts. Un concept représente une catégorie d'objets qui partagent les mêmes propriétés qui sont définies comme attributs du concept. Un concept peut avoir des instances. Une hiérarchie de concepts peut être définie en utilisant la relation de "spécialisation". Une autre relation "Valeur" permet de définir les valeurs d'un concept.

D'autres types de relations sont aussi définis entre les concepts comme les liens de cardinalité. Le réseau de concepts et relations est proche d'un réseau sémantique où une sémantique peut être attribuée à un lien.

- Le modèle de tâches. Il s'agit d'une « représentation de la stratégie mise en œuvre pour résoudre les problèmes ». On y distingue deux aspects :
 - La résolution de problèmes, qui doit être modélisée en se posant les questions suivantes : « Quel type de tâche doit-on résoudre ? » et « Comment résout-on généralement ce type de tâche ? »,
 - La manipulation de la connaissance statique, qui doit être définie en évoquant la question suivante: « Comment utiliser cette connaissance statique pour résoudre le ou les problèmes posés ? » Un modèle de tâches est représenté sous forme d'une hiérarchie de tâches. Le type d'une tâche donnée exprime le contrôle exercé sur les sous-tâches qui le décomposent. Différents types de contrôle peuvent être exprimés comme: exécution séquentielle, alternative, en parallèle et répétitive. L'arbre de décomposition de tâches en sous-tâches est appelé « flot de contrôle ».

Un outil support de la méthode permet de représenter les diagrammes et de réaliser des recherches sur les connaissances. La méthode MKSM a été appliquée au sein du CEA dans différents types d'application allant de la biologie jusqu'aux technologies nucléaires. Elle a été également utilisée dans des applications dans le domaine de l'électricité et de la gestion bancaire.

2.10.7. LA MÉTHODE COMMONKADS

La méthodologie KADS (Knowledge Acquisition and Design System ou Knowledge Acquisition

and Documentation Structuring), est née en 1985 dans le cadre du programme européen Esprit I. Ce projet est lancé par quatre chercheurs : Anne Brooking [Brooking, 1999] du KBSC, South Bank Polytechnic (Royaume-Uni), Joost Breuker et Bob Wielinga de l'Université d'Amsterdam et Mike Rogers du CEC, dans le cadre d'un projet ESPRIT, KADS. Le projet est reconduit en 1990, sous le nom de KADS II, dans le cadre du programme européen Esprit II. La méthodologie est améliorée dans le but d'en faire un standard commercial, notamment en Europe. On nomme désormais cette méthodologie **CommonKADS**. L'objectif premier de la méthode est d'**aider à la modélisation des connaissances d'un expert ou groupe d'experts dans le but de réaliser un système d'aide à la décision basé sur la connaissance (SBC) - ou système informatique à base de connaissances**.

L'objectif principal de la méthode est d'aider à la modélisation des connaissances d'un expert ou groupe d'experts dans le but de réaliser un système d'aide à la décision basé sur la connaissance (SBC) - ou système informatique à base de connaissances.

La méthode CommonKADS permet de traiter tout le processus d'acquisition des connaissances, du recueil au développement d'un système complet. C'est une méthode issue des limites d'autres approches, telles que les méthodes dirigées par l'implémentation ou dirigées, à l'instar de MKSM, par des modèles. CommonKADS propose une modélisation conceptuelle des connaissances en plusieurs étapes successives, soit six modèles, allant du général au particulier : organisation, tâche, agent, communication, connaissance et conception. Les quatre premiers modèles présentent un intérêt particulier pour l'analyse préalable à la capitalisation des connaissances :

- Le modèle organisationnel décrit l'entreprise dans son ensemble avec ses grandes fonctions,
- Le modèle des tâches décrit les tâches réalisant les fonctions identifiées dans le modèle d'organisation,
- Le modèle des agents décrit les agents, humains ou informatiques, impliqués dans la réalisation des tâches,
- Le modèle de communication (ou modèle de collaboration) rend compte de la communication homme/machine,
- Le modèle d'expertise ou modèle de connaissance permet de modéliser l'expertise nécessaire à la réalisation des tâches pour les agents. Il permet de clarifier la structure des tâches à base de connaissances. Les modèles de connaissances de CommonKADS sont plutôt destinés à modéliser une future application et non pas à rendre fidèlement compte de la connaissance humaine,
- Le modèle de formalisation (ou modèle de conception) traite spécifiquement de la conception d'un système à base de connaissances destiné à implémenter les connaissances modélisées.

La méthode CommonKADS fait la distinction entre la connaissance du domaine, la connaissance d'inférence et la connaissance de la tâche dans la modélisation de la connaissance. La méthode est orientée vers la résolution de la tâche, système où la connaissance de la tâche guide l'identification des connaissances du domaine. Le modèle de connaissance structure la connaissance métier que le cognicien a acquise durant sa collaboration avec l'expert afin de réaliser une tâche. Il se décompose en trois grandes catégories de connaissance, qui sont :

- **La connaissance du domaine**, qui contient la connaissance spécifique à un domaine d'application. Par exemple, la connaissance du domaine d'une application de diagnostic médical pourrait contenir les définitions de « patient », « symptôme » et « test », aussi bien que les relations existantes entre ces types.
- **La connaissance d'inférence**, qui représente les outils de base pour utiliser la connaissance du domaine. Deux exemples d'inférences dans l'application du diagnostic médical pourraient être une inférence supposée, qui spécifie les symptômes d'un patient et une inférence vérifiée, qui identifie les tests utilisés pour certifier qu'un patient est victime d'un certain facteur qui a causé les symptômes observés.
- **La connaissance de la tâche** détermine les objectifs de l'application (la tâche) et les moyens pour les réaliser (décomposition en sous-tâches, en méthodes et en inférences).

Par exemple, une application de diagnostic médical pourrait avoir diagnostic comme tâche de plus haut niveau, qui pourrait être réalisée à travers une boucle d'invocations des inférences supposer et vérifier.

2.10.8. LA MÉTHODE KOD

La méthode KOD a été développée par Claude VOGEL [Vogel, 1988], un anthropologue, pour fournir un support à l'activité d'Intelligence Artificielle de CISI Ingénierie. Elle a été diffusée par une société de services (CISI) et a longtemps été concurrente de l'approche CommonKADS, bien qu'elle en soit très différente. La méthode KOD, fondée sur une approche anthropologique, utilise des techniques issues de l'ethnologie et de la linguistique, ce qui n'avait pas été fait jusqu'à lors, afin que le transfert des connaissances entre l'expert et l'interviewer soit optimal, dans la construction d'un système à base de connaissances. La méthode se construit selon le modèle suivant :

- Recueillir la base des protocoles de l'expert; « descriptions, actions et déclarations »,
- Organiser une base d'énoncés à partir des types d'éléments suivants:
 - **les taxèmes** manipulés, manifestations verbales des taxa. On les classe alphabétiquement, entourés de leurs nèmes (détaillés en valeurs possibles et procédés associés) et identifiés entrent dans un état et ont une propriété. Les actèmes activés, manifestations verbales des actions sont identifiés et formalisés à partir du modèle causatif renforcé par des liens de contraintes.
 - **les schémèmes** utilisés, manifestations verbales des schémas, classifiés en modaux (contraintes) et causaux (inférences), sont groupés sous les abstractions dont ils sont les instanciations.

On construit le modèle sous-tendant la base de connaissance selon les structures suivantes:

- **Taxinomie**, représentations hiérarchiques où chaque taxon est désigné par un taxème, avec un maximum de cinq niveaux homogènes linguistiquement et sémantiquement (Unique beginner, formes de vie, génériques, spécifiques, variétal), chaque nœud y figure nécessairement,
- **Actinomie**, représentation actancielle de la décomposition des tâches, la détection d'action doit pouvoir être considérée comme un cycle de vie, elle est validée par itération d'analyse : structurale (organisation de séquences), distributionnelle, sémantique,
- **Schémas**, obtenus par élimination des redondances des schémèmes. Les schémas d'interprétation sont validés s'ils permettent un cycle de décision complet et sont épistémologiquement falsifiables.

Parmi les outils proposés pour le transfert des connaissances, KOD accorde une grande importance à la langue. En effet, la langue est le véhicule de l'information entre les différents intervenants d'un projet, en l'occurrence ici, le projet « recueil des connaissances » entre l'expert et l'interviewer. « KOD propose d'effectuer ce procès de licitation et de réduction de la connaissance autour de trois modèles : pratique, cognitif et informatique et de trois paradigmes : représentation, action et interprétation », [Dieng et al., 2000]. La méthode KOD se concentre sur l'expert, en donnant un rôle prépondérant à l'étude des entretiens. À partir du discours de l'expert, de sources documentaires, d'observations de l'analyse, la méthode KOD produit une spécification de l'expertise précisant :

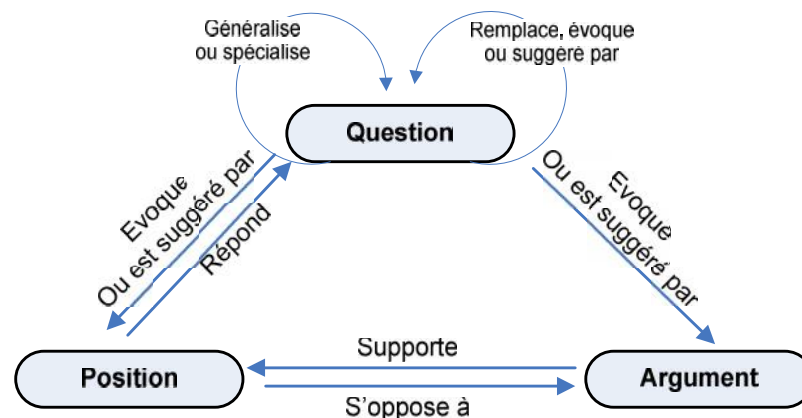
- Les domaines de compétence,
- Les phases de mise en œuvre de l'expertise,
- Les taxèmes manipulés,
- Les actèmes actifs,
- Les inférences utilisées.

2.11. APPROCHES DE CAPITALISATION DE MÉMOIRE DE PROJET

2.11.1. LA MÉTHODE IBIS

Méthode mise en place dans les années 70 par Horst Rittel. Son but était de fournir une structure pour le dialogue mené pendant la résolution de problèmes complexes de conception. La méthode a évolué et plusieurs outils ou supports ont été développés. La méthode IBIS [Conklin et al., 1998] est notamment utilisée pour représenter la logique de conception (Design Rationale) dans un projet.

FIGURE 2-13 : PRINCIPAUX ÉLÉMENTS DE LA MÉTHODE IBIS



Source : Nada MATTA, Olivier CORBY, Myriam RIBIERE
Institut national de recherche en informatique et en automatique

La prise de décision comporte trois éléments:

- Les questions ou problèmes (Issues),
- Les solutions possibles à ces questions (Positions),
- Les arguments pour ou contre ces solutions.

Cette méthode a été implémentée dans un outil graphique (gIBIS) et textuel (itIBIS). Les recherches sur IBIS ont notamment été prolongées par les travaux dans le domaine du Design Rationale conduits au sein de la communauté des Interactions Homme/Machine aux Etats-Unis. Dans une première synthèse de ces travaux publiée dans un numéro spécial de HCI (Human-Computer Interaction), Carroll and Moran [Carroll et al., 1992] décrivaient l'importance de ce domaine en insistant sur les points suivants. Selon eux, une aide à l'explicitation des raisonnements de conception devait permettre :

- L'aide au raisonnement en conception,
- L'amélioration de la communication entre les différents acteurs du processus de conception (concepteurs, développeurs, équipe de maintenance, utilisateurs, etc.),
- L'accumulation et le développement de la connaissance sur les projets et les produits.

La méthode IBIS représente exclusivement l'espace de la résolution de problème à travers des situations de prise de décision mettant en avant la question discutée, les positions prises par rapport à chaque question ainsi que les arguments émis pour appuyer telle ou telle position. Par ailleurs, les autres éléments de la logique de conception ainsi que ceux du contexte du projet de conception ne sont pas pris en compte. Dans le modèle IBIS, on ne voit pas, par exemple, les compétences et les rôles des participants. Les informations caractérisant le contexte du projet n'y sont également pas représentées.

La résolution de problème est représentée, dans IBIS, à travers des situations statiques de prises de décision. La méthode IBIS ne propose pas un modèle permettant de représenter l'évolution de la prise de décision pour la résolution de problèmes. Ce modèle permettrait de donner une vision plus globale sur la dynamique de la discussion et des prises de décision.

La méthode IBIS a été définie dans le but de fournir un moyen d'organiser de façon structurée les

discussions des réunions de conception. Cependant, son application pendant les réunions a montré ses limites notamment pour l'identification des questions, des propositions et des arguments en temps réel.

Un outil support gIBIS (Graphical hypertext software tool for building IBIS network) est fourni avec la méthode. L'interface de l'outil gIBIS est formée de quatre fenêtres :

- Une fenêtre graphique permettant un affichage des éléments de la méthode, (questions, positions, arguments,...) en nœuds et liens,
- La liste de nœuds ordonnés suivant la date de création des questions,
- La fenêtre de commandes générales,
- La fenêtre de description, permettant l'affichage leurs des nœuds et de leurs attributs.

Dans gIBIS, l'accès aux informations se fait à travers des vues locales visibles depuis le graphe ainsi qu'une vue globale de tout le processus. De même, des notations comme « +, -, ?, etc. » désignant des arguments de support, d'objection, des positions non choisies, etc. sont définies comme une marque sur les liens entre les nœuds. Cela peut offrir plus de précision quant à la prise de décision. Des possibilités de recherche d'un nœud sont aussi offertes dans l'outil. Une fenêtre de requête permet de déterminer certaines propriétés du nœud recherché comme le type du nœud, la date de création, l'auteur, le label, le sujet, certains mots clés, etc. La recherche se fait suivant un simple filtrage entre les propriétés du nœud recherché et les nœuds du graphe.

gIBIS est le modèle qui exige le moins d'effort pour formaliser la logique de conception. Cela est dû à deux de ses caractéristiques :

- Il a pour vocation de conserver la trace de l'enchaînement des questions qui se sont posées au cours du projet de conception: on documente donc les problèmes traités dans l'ordre où ils l'ont été sans chercher à en faire une synthèse particulière,
- Les arguments rapportés dans le document sont la transcription exacte des arguments donnés verbalement ou par écrit par les concepteurs.

Ces avantages se transforment toutefois en inconvénients dès qu'on envisage l'exploitation du document réalisé avec gIBIS. Comme le reconnaissent les auteurs faisant la promotion de ce modèle [Conklin et al., 1991], gIBIS n'est pas destiné à faciliter la réutilisation de la logique de conception, mais plutôt à une bonne coordination au sein d'un projet. L'enchaînement des questions telles qu'elles se présentent au cours de la conception peut en effet rendre difficile l'accès à certaines informations parce qu'elles conduisent à créer un contexte qui a peu de chance d'être celui qui caractérisera l'exploitation future du document. Par ailleurs, pour comprendre le choix d'une certaine option, il faut lire un ou plusieurs arguments rédigés sous forme de texte libre, ce qui devient vite fastidieux.

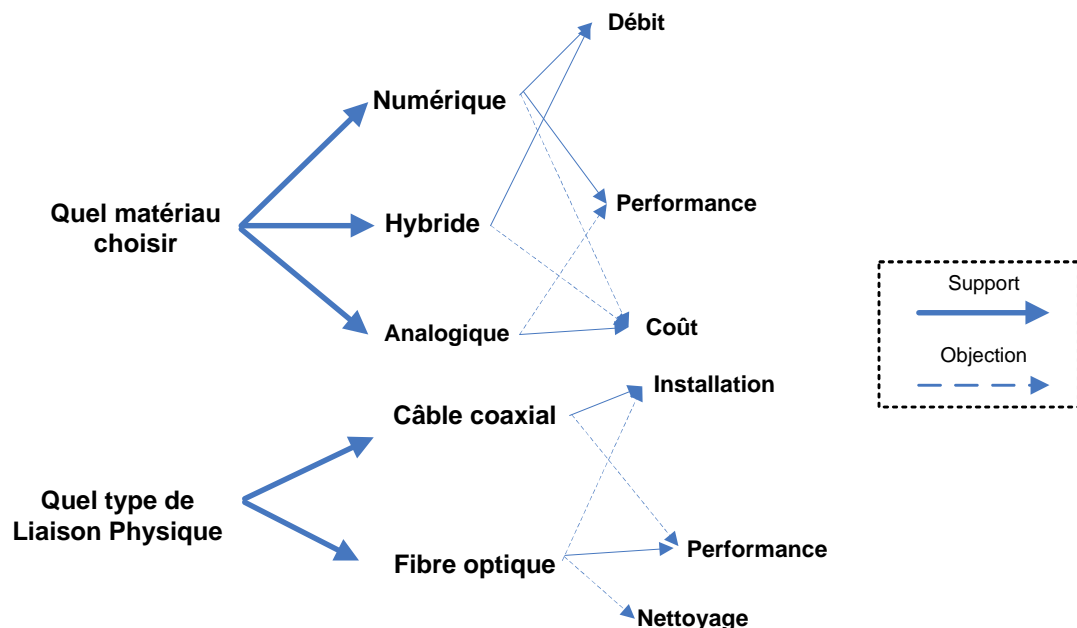
2.11.2. L'APPROCHE QOC

De son côté, la méthode QOC (Questions, Options, Criteria), développée à l'EuroPARC de Rank Xerox « Cambridge », peut être caractérisée comme une méthode « orientée décision ». Elle conduit à représenter différentes solutions, ainsi que les avantages et les inconvénients de chacune, dans un « espace de conception » graphique. QOC a pour objectif de représenter la logique de conception nommée aussi analyse de l'espace de conception. Elle représente cette analyse à travers des :

- Questions: les questions et problèmes posés lors d'une conception,
- Options: les différentes réponses données à ces questions,
- Critères: les critères qui permettent de discriminer telle ou telle option.

QOC apporte une aide à la représentation de processus de décision de conception, sous la forme de schémas composés d'une Question qui correspond à une situation problème, d'Options qui sont des solutions envisageables et de Critères qui permettent de choisir entre ces Options. Une Option peut amener à se poser une Question supplémentaire. Un lien en trait plein entre une Option et un Critère signifie que le critère est favorable à l'option; sinon, il est défavorable, cf. figure 2-14.

FIGURE 2-14 : FORME GÉNÉRALE D'UN SCHÉMA QOC



Source: Nada MATTA, Olivier CORBY, Myriam RIBIERE
Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique

L'approche QOC représente uniquement l'espace de la prise de décision sous une forme structurée. Par ailleurs, des éléments du contexte dans lequel se déroule la conception ainsi que d'autres éléments de l'espace de la résolution de problème ne sont pas représentés. Notons que dans la méthode QOC, on trouve une représentation des critères d'argumentation. En effet, les auteurs de l'approche considèrent que l'espace de conception peut être représenté par des choix de conception. Ces choix sont structurés comme réponse aux questions évoquées par les problèmes de conception et des critères sont utilisés dans le choix de certaines options comme solution et réponse à une question. Des arguments peuvent justifier les choix d'une option suivant un critère donné.

L'approche QOC ne fournit pas une représentation du processus de conception mais plutôt une analyse de la prise de décision dans la conception. De ce fait, on ne trouve pas dans QOC un modèle représentant la dynamique de la résolution de problèmes. Comme la méthode IBIS, l'approche QOC a été définie pour aider à l'organisation des réunions de prise de décision. Elle a été également utilisée pour garder une trace de la logique de conception [Karsenty, 1994] en procédant par des entretiens, a posteriori, avec le chef de projet et en restituant le contexte des différentes réunions.

Dans QOC il n'y a pas d'accès guidés ou indexés au contenu de la mémoire de prise de décision, ce qui ne permet pas un accès direct et adapté au besoin du ré-utilisateur. Le formalisme QOC est destiné à faciliter non seulement la réutilisation d'une solution, mais aussi la réutilisation d'un raisonnement. La réutilisation d'un raisonnement est centrale dans les situations de formation. Ces deux activités peuvent susciter des questions en partie différentes de la part des concepteurs :

- **Pour réutiliser une solution ?**

Les questions typiques posées par les concepteurs sont: Pourquoi a-t-on besoin de X? Pourquoi X et pas Y? À quelles conditions Y pourrait être préféré à X? Comment a-t-on pris en compte tel problème connu avec une solution de type X?

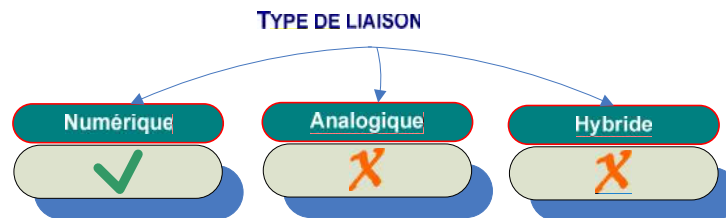
- **Pour réutiliser un raisonnement ?**

Les questions qui peuvent être posées sont : Quels autres choix étaient possibles ? Quels sont les critères pertinents pour choisir entre X et Y ? Quelles sont les questions à se poser pour réaliser X ? Comment a-t-on validé tel choix ?

2.11.3. LE SYSTÈME DRAMA

DRAMA [Brice, 1999] est un logiciel défini sur PC. Il permet de garder une trace de la logique de conception d'un projet de conception. DRAMA permet de représenter les buts, les options de solutions ainsi que le choix d'options, suivant un arbre de solution. Une table de critères permet aussi d'illustrer le choix d'une option comme solution à un but donné.

FIGURE 2-15 : ARBRE DE SOLUTION – MÉTHODE DRAMA



Source: Nada MATTA, Olivier CORBY, Myriam RIBIERE
Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique

Des liens hypertextes sont offerts dans le logiciel. Ils fournissent des liens vers des documents, des dessins techniques, des simulations, etc. DRAMA permet aussi de générer d'une façon dynamique des rapports en format HTML, à partir des arbres de solution et des tables de décision. Il permet d'extraire des données de bases de données et de les présenter en exploitant le langage XML.

Une interface graphique est fournie dans le logiciel. Elle permet de définir aussi bien des arbres de solution que des tables de décision. Elle permet aussi d'afficher différents types de documents: textes, dessins, etc. Des fonctionnalités de recherche sont aussi présentes dans DRAMA

TABLEAU 2-1 : TABLE DE DÉCISION

Critère	Option 1	Option 2	Option 3
Performance	1	2	3
Débit	1	2	3
Coût	3	2	1
Installation	4	1	1
Score	0	-2	-1
Rang	3	2	1
Décision	✗	✗	✓

Source: Nada MATTA, Olivier CORBY, Myriam RIBIERE
Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique

Le système est basé sur une architecture client/serveur qui offre un accès coopératif à un groupe de concepteurs. Il est utilisé dans différentes applications de conception dans le domaine de l'énergie pétrolière. Il peut être aussi appliqué dans des domaines autres que la conception. Comme IBIS et QOC, le système DRAMA représente uniquement l'espace de la prise de décision à travers des arbres de solutions, comme le montre la figure 2-15, DRAMA utilise des représentations statiques (les arbres de solutions).

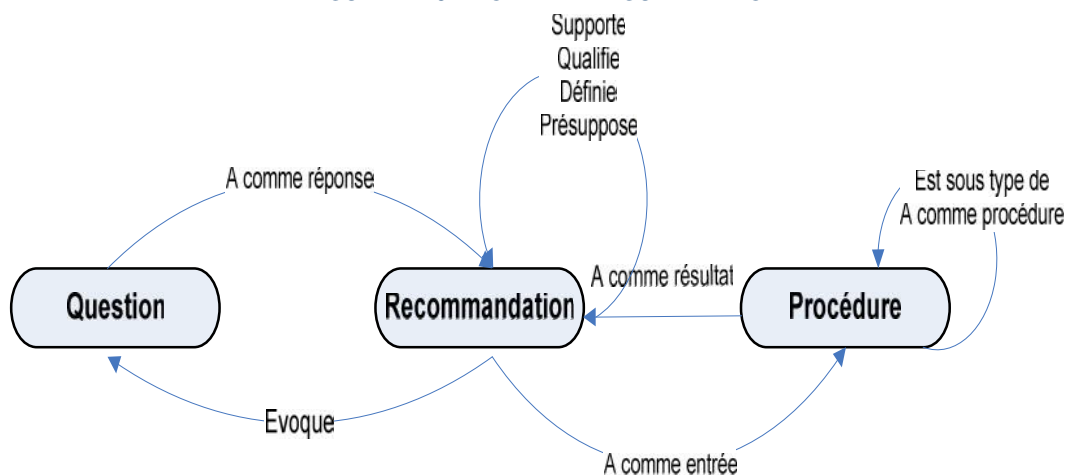
Par conséquent, la dynamique de la résolution des problèmes est omise dans le système. L'applicabilité du système en temps réel n'est pas évidente car il est difficile de classer, en temps réel, les éléments importants d'une discussion de conception tels que les questions, les arguments et les critères pour les représenter dans des arbres de solutions. Une interface graphique est fournie dans le logiciel DRAMA. Elle permet de définir aussi bien des arbres de solution que des tables de décision. Elle permet aussi d'afficher différents types de documents: textes, dessins, etc. Des fonctionnalités de recherche sont aussi présentes dans DRAMA.

2.11.4. LE SYSTÈME DRCS

Après IBIS et QOC, un troisième système, DRCS (Design Rationale Capture System), [Klein, 1993], a été implémenté en Common-Lisp afin de permettre la mémorisation de la logique de conception lors d'un travail collaboratif en ingénierie concurrente. Ce système est basé sur un langage de représentation, permettant de représenter l'artefact et le plan suivi dans la conception, ce plan étant décrit par une série de tâches. L'artefact est défini sous la forme de modules, interconnectés suivant des interfaces. Artefact et plan sont représentés par des graphes entités/reliations. En fonction des types de relations utilisés entre les entités, cinq modèles contribuent à représenter la logique de conception dans le projet [Dieng et al., 2000]:

- Modèle synthèse, pour représenter l'artefact en modules et sous-modules et les relations entre les tâches et les modules réalisés par ces tâches,
- Modèle évaluation, pour représenter comment les spécifications sont été atteintes,
- Modèle intention, pour mettre en évidence les décisions prises lors de la résolution des problèmes,
- Modèle versions, pour représenter les alternatives de conception,
- Modèle argumentation, cf. figure 2-16, pour montrer le type d'argumentation apporté face à une alternative.

FIGURE 2-16 : MODÈLE D'ARGUMENTATION



Source : M. Klein, 1993
 Information Systems and Decision Science, HEC School of Management, France

Le système DRCS offre une représentation plus globale de la logique de conception. En effet, certains éléments du contexte, comme l'organisation de l'activité, ainsi que l'artefact sont représentés. En outre, le système représente l'espace de la prise de décision à travers quatre modèles : modèle d'argumentation (Figure 2-16), modèle d'intention, modèle d'évaluation et modèle de versions. En outre, plusieurs éléments du contexte du projet de conception sont également représentés notamment dans le modèle de séquence de tâches, le modèle de synthèse (description d'une tâche) et le modèle de représentation de l'artefact. Le modèle d'évaluation, quant à lui, permet de représenter comment les spécifications de l'artefact ont été atteintes.

En situation de réutilisation, les différents modèles de DRCS permettent, sans doute, une compréhension meilleure du processus de conception, mais pour ce faire, il est indispensable de parcourir tous les modèles pour chercher une information précise puisqu'on ne dispose pas d'un accès direct et personnalisé aux informations requises.

2.11.5. LE FORMALISME DIPA

Le formalisme DIPA (Données, Interprétations, Propositions, Accord) [Lewkowicz et al., 1999] se base sur une analyse cognitive de la résolution de problèmes pour représenter la logique de conception. C'est dans ce cadre qu'il utilise des modèles de résolution de problèmes définis dans l'ingénierie de connaissances pour structurer une prise de décision. Dans le modèle DIPA, la prise de décision est représentée en trois étapes majeures :

1. Une première étape de description du problème qui permet de recueillir des données, considérées comme des symptômes dans des situations d'analyse ou comme des besoins dans des situations de synthèse,
2. Une deuxième phase d'abstraction qui part des données du problème pour leur trouver une interprétation correspondant à une cause possible dans les situations d'analyse ou à une fonctionnalité de la solution dans les situations de synthèse,
3. Une troisième phase d'implémentation qui part de l'interprétation (cause ou fonctionnalité) et qui permet d'élaborer une proposition qui prendra la forme d'une réparation supprimant la cause du symptôme (analyse) ou d'un moyen répondant à la fonctionnalité exprimée (synthèse).

Dans DIPA on voit plus clairement l'aspect collectif de la résolution de problème ainsi que l'aspect prise de décision. Par contre, des éléments du contexte de la résolution de problèmes sont omis, il s'agit notamment de ceux en rapport avec l'espace de travail tels que les références ou les techniques et outils utilisés ou même ceux relatifs aux contraintes tels que les charges de travail, les coûts ou les calendriers prévisionnels.

Dans le modèle de la résolution coopérative de problèmes, on voit que l'évolution de la résolution de problèmes est nettement représentée ce qui permet de faciliter la compréhension du processus de conception en examinant les différentes étapes mises en avant par le modèle.

Un outil support MEMO-NET [Lewkowicz et al, 1999] est fourni avec le formalisme DIPA. L'outil basé sur une plate-forme distribuée permet aux différents participants d'échanger à travers cette plate-forme. Ils peuvent soumettre une question ou répondre à une question en classant leurs contributions selon des critères prédéfinis. L'outil permet d'organiser la résolution collective de problèmes en temps réel. On constate dans l'outil que les critères d'argumentation sont imposés a priori et il n'y a pas, par conséquent, une possibilité de rajouter d'autres critères jugés fondamentaux par les participants ce qui peut causer un manque de maturité dans les représentations de la résolution de problèmes.

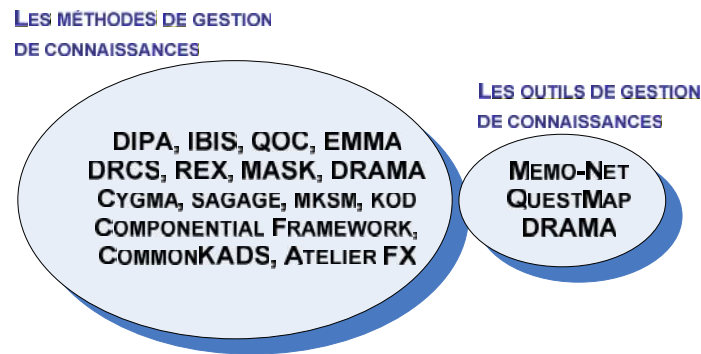
2.12. COMPARATIF DES DIFFÉRENTES MÉTHODES DE FORMALISATION DES CONNAISSANCES

Toutes les méthodes précédentes se distinguent par leur type, leur mode de recueil des connaissances, le type de connaissances manipulées et la façon de représenter ces connaissances.

2.12.1. MÉTHODES ET OUTILS

La Figure 2-17 présente l'ensemble des méthodes et outils dédiés à la capitalisation des connaissances.

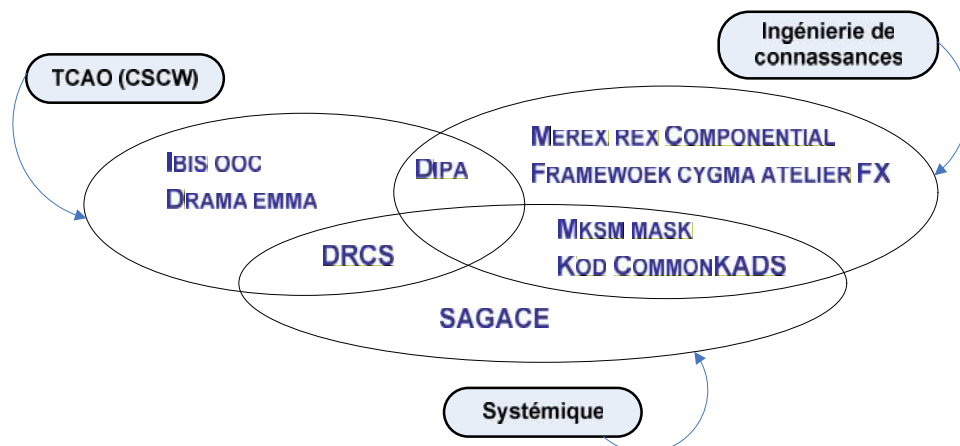
FIGURE 2-17 : MÉTHODES ET OUTILS DE RECUEIL DES CONNAISSANCES



Source: Nada MATTA, Olivier CORBY, Myriam RIBIERE
Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique

Les méthodes REX, CYGMA, MEREX sont dédiées à la capitalisation de connaissances. Les méthodes MKSM, Componential Framework, CommonKADS sont adaptées de l'ingénierie des connaissances.

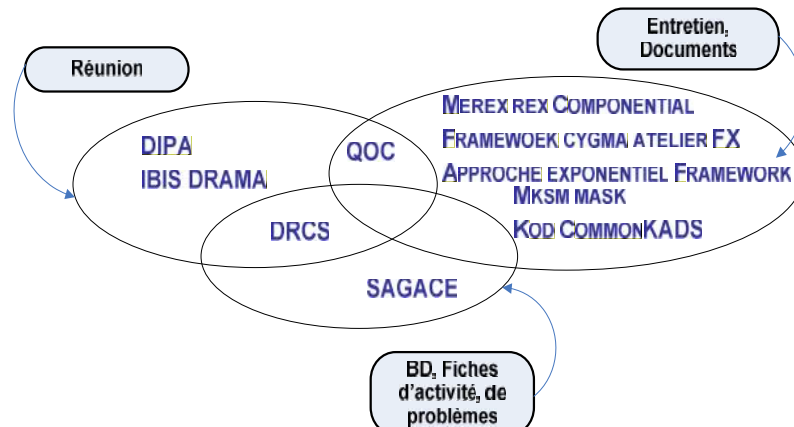
FIGURE 2-18 : DOMAINES D'APPLICATION DES MÉTHODES DE CAPITALISATION.



Source: Nada MATTA, Olivier CORBY, Myriam RIBIERE
Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique

2.12.2. RECUEIL ET SOURCES DE CONNAISSANCES

FIGURE 2-19 : TECHNIQUES DE RECUEIL DES CONNAISSANCES



Source: Nada MATTA, Olivier CORBY, Myriam RIBIERE
Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique

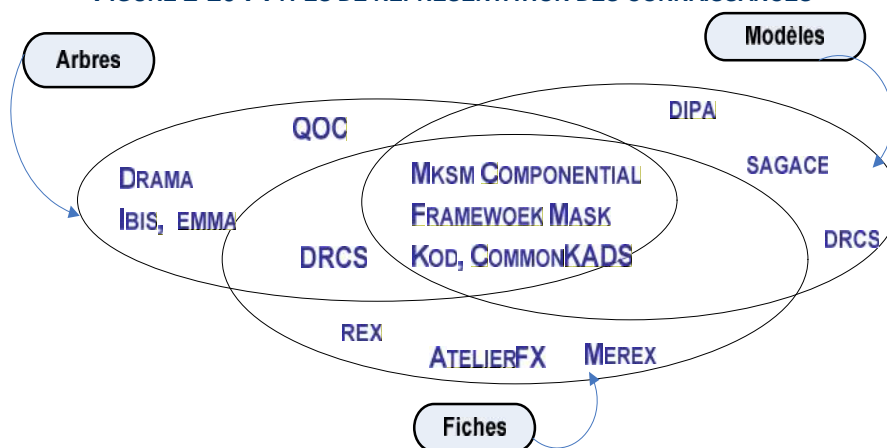
Les méthodes REX, MKSM, Componential Framework, CommonKADS, KOD adoptent le mode d'entretiens et des analyses de documents pour recueillir les connaissances. La méthode CYGMA adopte le mode des entretiens et de l'extraction à partir des documents. L'atelier FX adopte le mode d'observations et d'extraction semi-automatique à partir des documents.

Les méthodes REX, MKSM, CYGMA, Componential Framework, CommonKADS, KOD prennent leurs sources de connaissances des experts et des documents. L'atelier FX prend ses sources de connaissance à partir de documents. La méthode MEREX prend ses sources de connaissances à partir des experts

2.12.3. REPRÉSENTATION DES CONNAISSANCES

Les méthodes IBIS, QOC, DRAMA représentent les connaissances sous forme d'arbres. La méthode DRCS représente les connaissances sous forme de graphe. Les méthodes MKSM, Componential Framework, CommonKADS et KOD représentent les connaissances sous forme de modèles de connaissances. La méthode REX représente les connaissances sous forme de mémoires d'expériences (ensemble de fiches).

FIGURE 2-20 : TYPES DE REPRÉSENTATION DES CONNAISSANCES



Source: Nada MATTA, Olivier CORBY, Myriam RIBIERE
 Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique

Les approches IBIS, DRCS, DRAMA, EMMA et SAGACE sont munies d'outils informatiques pour la gestion des connaissances, à savoir gIBIS pour l'approche IBIS, Système DRCS pour l'approche DRCS, DRAMA pour l'approche DRAMA, EMMA pour l'approche EMMA et l'outil Systémographe pour l'approche SAGACE. De même, pour les méthodes REX, MKSM, Atelier FX, Componential Framework, CommonKADS, KOD respectivement les outils sont l'outil REX, l'outil MKSM, l'outil Atelier FX, l'outil KREST, l'outil KADS et enfin l'outil K-Station.

2.13. CHOIX D'UN OUTIL POUR LA FORMALISATION DE LA MÉMOIRE DE PROJET

Ces méthodes sont intéressantes pour construire des livres de connaissances mais sont très peu adaptées pour faire des modèles à des fins « d'usage » dynamique informatique. D'après [Ermine, 1996] un livre de connaissances est un « document contenant les descriptions textuelles et graphiques des modèles de connaissances obtenus après modélisation des connaissances de certains experts de l'entreprise ». On peut décrire avec ces modèles les concepts d'un domaine donné, les connaissances métiers. Les échanges d'informations ne peuvent pas être décrits avec ces modèles. Ces modèles ne proposent pas de modèles produits couplés avec le processus de conception. Les modèles de connaissances, excepté CYGMA, sont génériques et nécessitent une adaptation pour un usage en conception. Ces différentes méthodes sont en grande majorité orientées résolution de problèmes et ne traitent pas simultanément tous les aspects d'un projet (Produit, Processus, Documents, gestion des évolutions, des versions, Ressources etc.). Elles se focalisent sur les aspects relatifs aux modèles d'activités et domaines sans aborder les aspects de relation avec par exemple le modèle de produit.

Le langage UML s'est imposé naturellement pour la représentation des connaissances, puisqu'il est actuellement devenu un standard pour la conception orientée objet de systèmes informatique [Muller et al., 2000], standard maintenu par l'Object Management Group. De plus, ce langage, et plus précisément ses diagrammes de classes, est depuis peu utilisé pour représenter des connaissances sous forme d'ontologies [Cranefield et al., 1999] [Kogut et al., 2002]. D'après [Gruber, 1993] une ontologie est la «spécification explicite d'une conceptualisation». Les diagrammes d'objets peuvent ainsi être utilisés pour formaliser les connaissances sur le système particulier étudié et son modèle, à partir des classes formalisant les connaissances.

Le langage UML se trouve être parfaitement adapté à notre approche, puisqu'il permet à la fois de représenter les concepts d'un domaine au travers des diagrammes de classes et de fournir des spécifications pour le système d'information dédié mémoire de projet que nous cherchons à développer.

La méthode CommonKADS utilise maintenant les conventions graphiques d'UML [Muller, 1997] pour représenter les modèles. Un certain nombre de modèles UML trouvent leur modèle correspondant dans CommonKADS. Par exemple : le diagramme d'activité dans UML a comme équivalent le modèle d'organisation dans CommonKADS qui peut aussi être utilisé pour le modèle de connaissance ; le diagramme d'états/transitions dans UML a comme équivalent le modèle de communication dans CommonKADS.

Voici pourquoi nous n'avons pas choisi CommonKADS comme outil de modélisation de notre mémoire de projet par rapport à UML :

- difficultés dans la phase d'acquisition des connaissances,
- utilisation du CML (Conceptual Modeling Language) [Schreiber et al., 1999] qui est un langage semi-formel,
- pas de modèle de conception particulier (les règles sont moins contraignantes),
- les outils logiciels sont toujours en développement
- les modèles développés par la méthode CommonKADS sont moins flexibles dans les systèmes autres que les Systèmes à Base de Connaissances et ne peuvent pas remplacer le raisonnement humain, mais rendent les connaissances des experts plus utilisables et permettent aux non-experts de mieux fonctionner.

2.13.1. HISTORIQUE DES MODÈLES DE KNOWLEDGE MANAGEMENT

Les modèles de KM ont émergé dans la documentation à la fin des années 1980. « Le KM, en tant qu'activité réelle, dérive de la pensée d'universitaires comme Peter Drucker dans les années 1970, Karl-Erik Sveiby à la fin des années 1980 et Nonaka et Takeuchi dans les années 1990 ». Le développement moderne du KM a commencé vers 1969 au moment où internet fait son apparition.

Parmi les exemples précis qui illustrent ces premiers jalons, figure le pionnier Peter Drucker, qui a inventé le terme travailleur du savoir et, en 1966, a dit que « *chaque travailleur du savoir au sein d'une organisation moderne est un cadre si, de par le poste qu'il occupe ou ses connaissances, on lui doit un apport qui influe grandement sur la capacité de l'organisation à fonctionner et à obtenir des résultats* » [Drucker, 1993]. Dès 1938, H.G. Wells, bien qu'il n'ait jamais employé le terme KM comme tel, a décrit un « cerveau mondial » qui représenterait « une organisation et une clarification universelles des connaissances et des idées ».

En 1990, le secteur privé, principalement les grandes sociétés comme IBM, Xerox et Hewlett-Packard, avaient entrepris d'appliquer leurs considérables capacités technologiques au KM. Souvent mentionnée comme étant à l'origine du KM, l'Association for Information Systems, le congrès américain sur les systèmes d'information tenu en 1993 était consacré au KM. Parmi les thèmes clés figuraient les tentatives, souvent théoriques, de définir le KM. À l'exception des écoles et des milieux de santé, soit ceux qui, les premiers, ont adopté la KM dès la fin des années 1990.

2.13.2. CONCEPTS ET MODÈLES DE BASE

« Le KM repose sur l'idée selon laquelle la ressource la plus précieuse d'une organisation est les connaissances de ses effectifs » (National Electronic Library for Health, 2006). On a choisi une définition simple : « La gestion des connaissances est le processus systématique par lequel les connaissances nécessaires à la réussite d'une organisation sont créées, saisies, mises en commun, exploitées et enfin réutilisées. » Voici deux définitions qui permettent de mieux comprendre le terme :

- « Le KM permet de prôner une approche intégrée à la définition, à la création, à la récupération, à la mise en commun et à la réutilisation de tout le patrimoine informationnel d'une organisation. Ce patrimoine peut inclure des bases de données, des documents, des politiques, des procédures, des processus, l'expertise et l'expérience tacites qui se trouvent dans le cerveau des membres du personnel. » [Malhotra, Y, 2000].
- Un processus dont se servent les organisations et les collectivités pour améliorer la manière dont les affaires sont menées est exécuté par l'exploitation des données et des informations recueillies, organisées, gérées et mises en commun. Les organisations peuvent employer des méthodes de KM pour mieux exploiter leur patrimoine informationnel.

2.14. MODÈLES PROPOSÉS POUR LA RÉUTILISATION DE LA CONNAISSANCE

Nous présentons dans ce paragraphe deux propositions de modélisation pour la réutilisation de la mémoire de projet qui sont proches de nos objectifs. Ces propositions sont des alternatives dédiées à la définition et à la construction de la mémoire de projet de l'entreprise dans le but de capitaliser et de réutiliser son patrimoine cognitif.

2.14.1. PROPOSITION DE YASMINA HARANI

Yasmina HARANI [Harani, 1997] propose dans sa thèse de doctorat présentée à l'INPG, l'Institut national polytechnique de Grenoble, spécialité génie industriel : « Une approche multi-modèles pour la capitalisation des connaissances dans le domaine de la conception ». Ce travail propose un outil d'aide à la conception dont le principal objectif est la capitalisation de la connaissance intervenant lors de la conception d'un produit à des fins de réutilisation. Dans ses travaux ressortent l'intérêt, principalement mais pas exclusivement, porté à des cas de conceptions routinières et à des cas de re-conceptions.

- **Description du modèle Y. Harani**

Les processus de conception sont considérés comme structurés. Son approche s'applique à la conception de produits de types différents, par exemple la conception d'un logiciel. A cet effet, elle a conçu une structure de données organisée en deux modèles: un modèle de produit et un modèle de processus de conception.

Dans son travail, Yasmina HARANI a défini à l'aide de ses modèles:

- **Le modèle de produit** prend en charge la modélisation des paramètres et la description du produit à concevoir. Le modèle permet aussi de structurer l'ensemble des caractéristiques en points de vue pour capitaliser la spécification du produit,
- **Le modèle de conception** prend en charge la modélisation de la démarche des différentes étapes de conception du produit selon les langages de workflow, c'est-à-dire construire un circuit qui permet à une information quelconque de transiter par plusieurs personnes afin de capitaliser le savoir-faire des concepteurs,
- **Le modèle de ressources** permettant de représenter l'ensemble des intervenants lors du déroulement de la conception.

Le lien entre le modèle Produit et le modèle Processus de conception a été établi à partir de certains concepts appartenant aussi bien à l'un qu'à l'autre des deux modèles. En effet, chacun des

deux modèles fait appel aux concepts du second modèle. L'intégration de ces deux modèles complémentaires permet d'obtenir un modèle cohérent.

Y. Harani a construit ses modèles à partir d'un ensemble de concepts de base indépendants de tout domaine d'application : les modèles sont alors dits génériques. Pour ce faire, elle a défini trois niveaux de modélisation : le niveau méta-modèles, le niveau spécification et le niveau réalisation. Elle a défini dans ses travaux d'aide de modèles, un modèle de produit permettant de décrire les différentes facettes du produit à concevoir à différents niveaux d'abstraction qui prend en compte un ensemble d'informations suivant deux niveaux :

- Le niveau qualitatif à travers l'entité « Description » du produit,
- Le niveau quantitatif à travers l'entité « Paramètre » du produit.

Les entités du modèle produit sont :

Produit, Point de vue, Variable Comportement, Equation Comportement, Description, Constante, Lien, Paramètre, Nœud. Un ensemble de relations sémantiques relie ces entités entre elles.

Un modèle de processus de conception du produit permettant de décrire le processus de conception du produit à différents niveaux de détail retraçant le pourquoi, le comment et le par qui ou par quoi relatif à chaque étape de la conception. Les entités du modèle processus de conception sont:

Processus de conception, Tâche, Opérateur état, Transition, Ressource,

FIGURE 2-21 : MODÈLES DE PRODUIT POUR LA RÉUTILISATION DES CONNAISSANCES

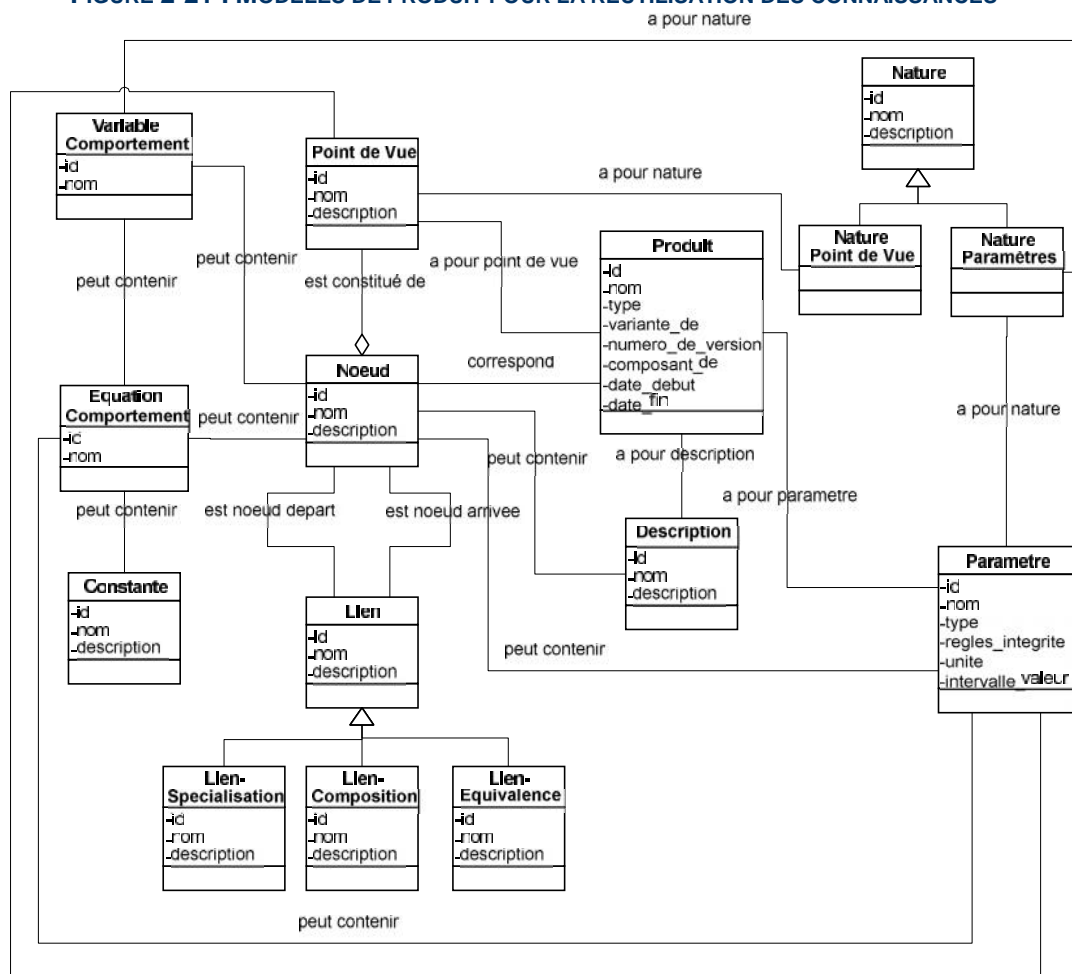
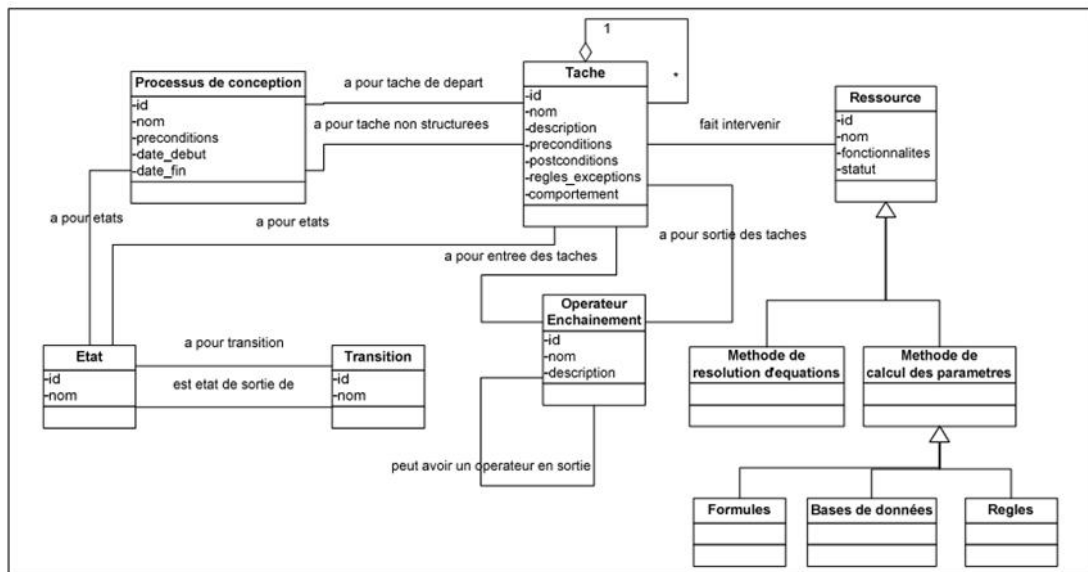


FIGURE 2-22 : MODÈLE PROCESSUS DE CONCEPTION

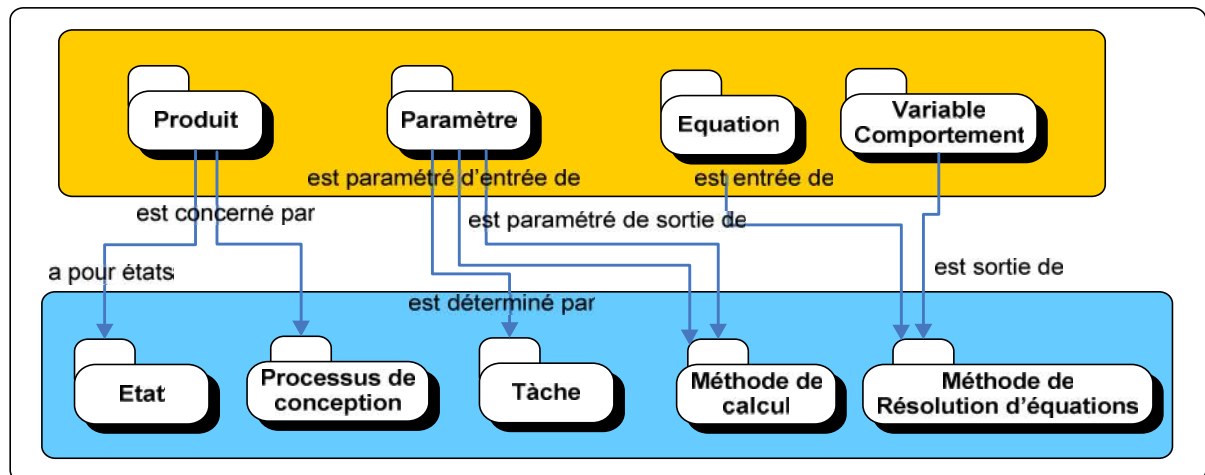


Source : Yasmina Harani – 1997

En matière de capitalisation et de réutilisation des connaissances en phase de conception, Harani a proposé un modèle de produit [Harani, 1997] supportant la description du produit et du processus de conception qui l'a créé. Elle intègre une vue comportement du produit en fonction de ses paramètres descriptifs, cf. figure 2-21.

Le modèle de processus de conception permet de définir ce processus comme une séquence de tâches qui transforment le produit dont les différents états peuvent être définis, cf. figure 2-22. Pour réaliser ces tâches, un ensemble de ressources est mobilisé en fonction de leurs culpabilités ou compétences. Cette modélisation centrée sur le processus de conception n'est pas suffisante pour notre étude ou du moins est trop spécifique à un type d'activité.

FIGURE 2-23 : RELATIONS ENTRE LES MODÈLES PRODUIT-PROCESSUS



Source : Yasmina Harani - 1997

Il s'agit de déterminer les concepts de base nécessaires à la modélisation des activités de conception dans les bureaux d'études, pour leur fournir un support informatique au moyen d'une plateforme d'intégration. En plus des concepts classiques de tâches et de processus, vus comme un ensemble partiellement ordonné de tâches, nous avons retenu les concepts de produit (l'objet à concevoir), de paramètre de conception (paramètre du produit), d'état du processus de conception (défini à partir des paramètres), et de règle pour exprimer des contraintes de conception ou de validation d'un état de conception.

Avantage du modèle :

La force du modèle de Harani est qu'il présente une forte intégration entre les trois concepts de base : Produit/Processus/Ressource. Cependant les modèles proposés ne prennent pas en compte les aspects documentation. L'apport des approches orientées objet aurait permis d'introduire une classification claire au niveau de ces concepts. De plus, du fait du formalisme utilisé (entité association), les modèles de Yasmina Harani ne tirent pas profit des développements plus récents de la modélisation orientée objets notamment la généralisation/spécialisation. Les modèles ne prennent pas en compte les concepts de justification des choix de décision et d'argumentation des choix de décision lors des étapes de conception.

Les limites du modèle :

Les processus sont limités aux processus de conception. Les ressources sont limitées aux ressources humaines. Yasmina Harani a structuré sa proposition sous forme de trois niveaux (méta-modèle, spécification et réalisation) avec des liens (de spécification et d'instanciation) entre ces trois niveaux. Le modèle de spécification est complètement défini ; en revanche le niveau méta-modèle est peu formalisé.

PROPOSITION DE MICHEL LABROUSSE

Michel Labrousse [Labrousse, 2004], s'est beaucoup intéressé à l'aspect de l'intégration des concepts basés sur « **2PR** » : le **P**roduit, le **P**rocessus et les **R**essources comme étant trois notions indispensables à la description d'un système d'organisation. Il a principalement modélisé ces trois notions suivant différentes possibilités de représentation des processus, parmi lesquelles :

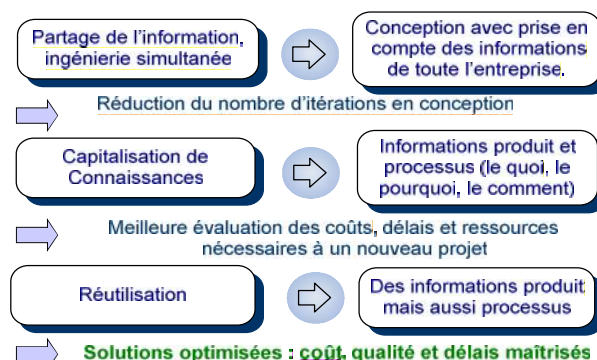
- UML [OMG, 2003] : Unified Modeling Language,
- GRAI [Doumeings, 1984],: Analyse et conception de systèmes de décision,
- IDEF3 [Mayer et al., 1995] : (Integrated computer aided manufacturing Definition language)

Parmi les modèles qui ont été présentés, on distingue le modèle FBS (Fonction, Comportement et Structure), le modèle MOKA [Daimler, 2000] et le modèle de Yasmina Harani [Harani, 1997]. Un modèle 2PR a été présenté, appelé « modèle FBS-PPRE » (Fonction, Behavior, Structure/Process, Product, Resource, External effect). Le modèle Labrousse appréhende la connaissance ainsi :

- **Une connaissance** est pour nous le résultat de l'interaction entre une information, un système d'interprétation et un domaine d'application donné,
- **Gérer les connaissances** : c'est gérer les informations, les systèmes d'interprétation, les domaines d'application donnés et leurs interactions.

Les besoins initiaux dans le modèle Labrousse sont clairement identifiés. La figure 2-24 montre les différentes interactions du modèle de Labrousse pour gérer et pour réutiliser la connaissance.

FIGURE 2-24 : MODÈLE DE RÉUTILISATION DE CONNAISSANCES SELON LABROUSSE



Source : Michel Labrousse

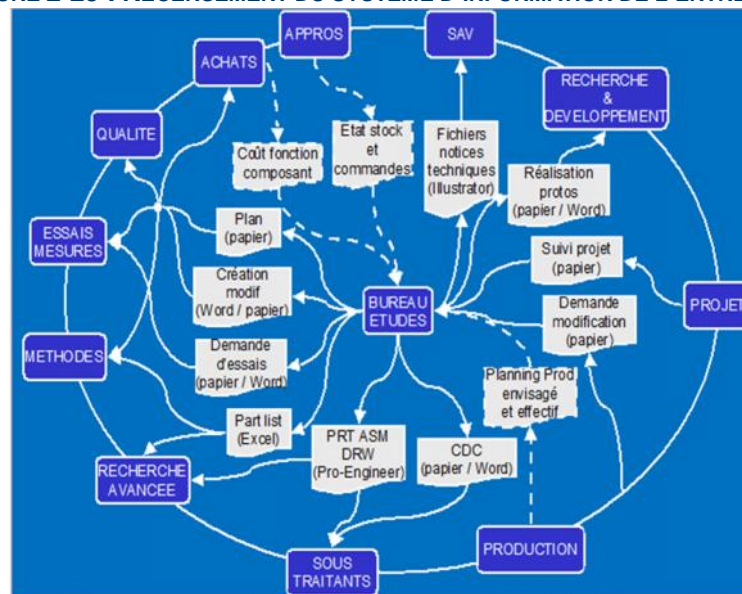
• Description du modèle M. Labrousse

CONTEXTE

Les travaux de Michel Labrousse s'appuient essentiellement sur l'aspect modélisation des concepts liés au système d'information de l'entreprise, c'est-à-dire la gestion des différentes composantes de gestion et d'échange en milieu industriel. Pour ce faire, il a appréhendé le système d'information de l'entreprise en recensant les besoins initiaux nécessaires pour rationaliser les phases de développement et d'industrialisation des nouveaux produits. Ces derniers peuvent être issus de phases de re-conception qui exigent en préalable la capitalisation des savoirs et savoir-faire. A cet effet, il a jugé primordial de définir des modèles et des procédures pour la gestion des informations du couple (produit/processus).

Le recensement des informations échangées par les différents services de l'entreprise est illustré dans la figure 2-25. Le but recherché de ce recensement est la mise à plat et la redéfinition des processus de conception.

FIGURE 2-25 : RECENSEMENT DU SYSTÈME D'INFORMATION DE L'ENTREPRISE



Source : Michel Labrousse

L'étude de Labrousse fait apparaître une gestion des connaissances avec des anomalies de fonctionnement au niveau du système d'information de l'entreprise et la gestion de connaissance de sa mémoire de projet tels que :

- **Des processus idiosyncrasiques et contingents :**
 - De nombreuses initiatives locales de capitalisation,
 - Une absence de cohérence entre données, des redondances et des lacunes,
 - Une absence de sécurisation des données.
- **De nombreux savoirs et savoir-faire non explicités :**
 - Une transmission des savoirs basée sur des processus d'imprégnation,
 - Un manque de règles communes pouvant entraîner des conflits entre personnes et donc des difficultés à parvenir à un consensus.

M. Labrousse a construit son approche sur la base deux modèles :

- **Modèle conceptuel** des données produit : modèles structurel, fonctionnel, physique, etc.
- **Modèle conceptuel** des données processus retours d'expérience, gestion des alternatives

de solution, justification des choix et non-choix, gestion des acteurs, etc.

L'approche finale du modèle de Labrousse a été construite autour des concepts de fonction, de comportement et de structure. Le modèle **F**unction, **B**ehavior, **S**tructure (FBS) est une approche pour concevoir des produits, qui permet la représentation de manière explicite des fonctions du produit (le problème), de la structure du produit (la solution) et des comportements internes du produit.

Définitions des notions de FBS

Le modèle FBS-PPR est construit autour de la notion du processus. Cette notion permet d'associer différents objets d'entreprise tels que : Produits, Ressources et Effet externes. Selon la perception de M. Labrousse, la notion de processus permet de modéliser la dynamique des informations et permet de définir de manière cohérente les comportements des différents objets manipulés.

Fonctions : elles décrivent de manière abstraite les finalités d'un objet (processus, produit ou ressource). Les fonctions de service sont formulées indépendamment de toute solution particulière (en particulier de tout choix de structure), alors que les fonctions techniques sont tributaires d'un choix de solution.

Comportement : il décrit la dynamique d'un objet. Il peut comprendre un ensemble de lois et de règles (modèles continus) ainsi qu'une suite séquentielle d'états (modèles discrets) représentant l'évolution d'une structure suite à une excitation (ou stimulation) au cours d'un processus donné.

Structure : elle permet de spécifier les éléments qui composent l'objet modélisé ainsi que les attributs de ces éléments.

CONTRIBUTION DE M. LABROUSSE

Le modèle de M. Labrousse fait la distinction entre nature et rôle des objets d'entreprises :

- Nature : les objets manipulés peuvent être de plusieurs natures. Ils peuvent par exemple être logiciels, matériels, organisationnels ou temporels,
- Rôle : les objets manipulés peuvent jouer des rôles particuliers de manière circonstanciée :
 - Les rôles peuvent être Processus, Produit ou Ressource,
 - Seuls les objets temporels peuvent avoir un rôle de processus,
 - Un même objet peut avoir tour à tour un rôle de Produit, de Processus ou de Ressource.

Exemple : cas d'une séquence d'usinage

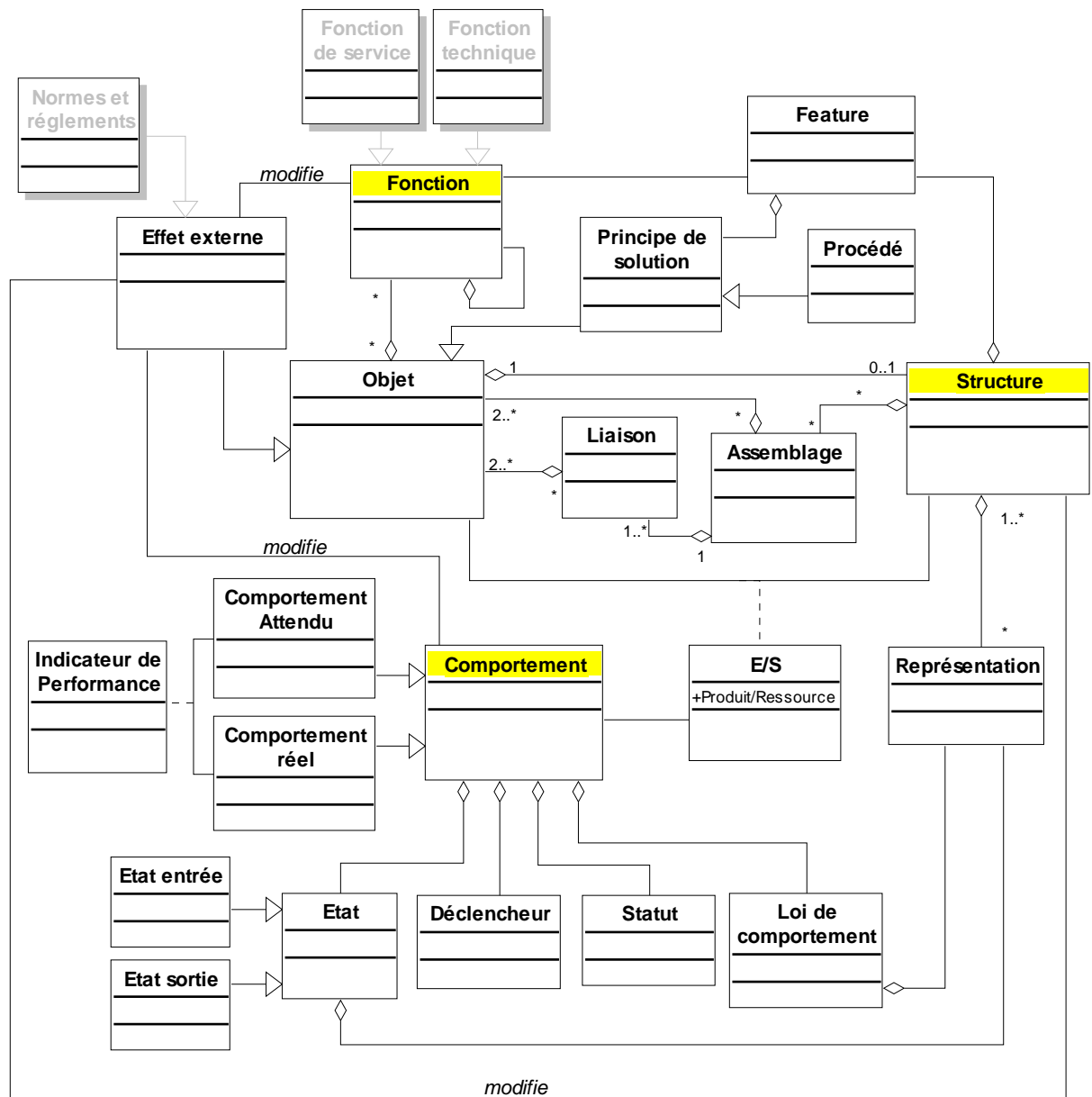
- La séquence d'usinage est un objet temporel,
- Elle va avoir au cours du temps différents rôles :
 - Un rôle de produit pour la personne qui l'a définie,
 - Un rôle de processus vis-à-vis des ressources et des produits qu'elle manipule, Un rôle de ressource vis à vis du processus de fabrication de la pièce.

Synthèse sur le modèle FBS-PPR

- Une proposition de modèle fédérateur autour du concept FBS (Function / Behavior / Structure),
- Un modèle qui permet une approche « globale » et plus homogène,
- Pas de confusion entre la nature (temporel, organisationnel, logiciel, matériel, énergétique) et les rôles des objets d'entreprise (processus, produit, ressource, effets externes), contrairement à beaucoup d'autres modèles de la littérature,
- Une modélisation similaire de tous les objets d'entreprise indépendamment de leur nature,

- L'originalité principale de cette approche est de coupler les connaissances processus, produit et ressource grâce à un concept unique (FBS-PPR) ceci permettant une meilleure intégration et une traçabilité des éléments caractéristiques des processus d'entreprise, en vue de les analyser et d'en extraire des composants réutilisables.

FIGURE 2-26 : MODÈLE FBS-PPR DE RÉUTILISATION DE CONNAISSANCES DE M. LABROUSSE



Source : Michel Labrousse

Dans le premier chapitre, nous avons abordé la problématique de la connaissance dans le milieu entrepreneurial. Nous avons identifié les raisons principales des besoins des entreprises en gestion de connaissance et analysé les différentes approches qui ont été utilisées dans ce sens.

Dans la première partie, nous avons mis en évidence les fondements du besoin de gérer la connaissance au sein de l'entreprise. Ces besoins se présentent sous forme de quatre familles à savoir: le devoir de conserver des connaissances, les pertes de connaissances subies, le besoin de plus de connaissances, le besoin de perdre des connaissances. Des facteurs alarmants expliquent la croissance rapide de l'expression de ce besoin qui est :

- La globalisation de l'économie et la délocalisation de certains pôles industriels,
- La conjoncture de la démographie avec l'intensification industrielle.

Dans cette partie, nous avons présenté un état de l'art de quelques concepts liés au KM, les difficultés rencontrées et l'intérêt d'avoir une politique de KM en milieu entrepreneurial. Nous avons vu aussi que le KM puise ses racines du savoir et du savoir-faire de l'être humain. Cependant, le passage de la théorie à la pratique en matière de KM est certainement un exercice qui requiert un nombre important de compétences afin de pouvoir être réellement et correctement traité. Dans ce but, il serait préférable :

- De miser sur l'être humain et la dynamique du groupe,
- D'instaurer une culture de partage et de confiance,
- D'adopter une structure organisationnelle favorisant l'échange de connaissances,
- D'utiliser une infrastructure intégrant les fonctionnalités d'intégration et de collaboration.

Nous avons évoqué dans cette partie les typologies de connaissances et, en particulier, la distinction entre connaissances tacites et connaissances explicites – puisque nous cherchons à gérer des connaissances tacites – et des connaissances collectives que nous utiliserons et développerons plus loin dans cette thèse. Nous avons enfin étudié la dynamique des connaissances, notamment celles qui favorisent les échanges. Afin de mieux cerner l'utilité et la contribution de la gestion de connaissance dans l'entreprise, nous avons jugé opportun de déceler ses objectifs premiers en termes de profit et de pérennité de son organisation. Ensuite, nous avons classé ces objectifs suivant leurs impacts sur la vie du groupe.

Pour réussir la capitalisation des connaissances, il faut tenir compte de tous les aspects organisationnels, humains, techniques, etc. et ne pas réduire le problème de la capitalisation à un seul problème humain par exemple (ou technique). Pour ce faire, la mémoire d'entreprise à mettre en place requiert une approche multidisciplinaire afin de mieux capitaliser la connaissance cumulée au fil du temps. C'est cette connaissance capitalisée que les approches d'ingénierie des connaissances formalisent et qui sera d'une utilité considérable pour l'activité coopérative qui, dans notre cas, n'est autre que l'activité de conception.

Ensuite, nous avons abordé la question de l'historisation de connaissances dans l'entreprise en s'appuyant sur le principe de traçabilité de connaissances. Ce principe définit les scénarios possibles et imaginables par lesquelles a transité un projet d'entreprise incarnés dans sa mémoire. Dans ce cas, on parle de la mémoire du projet de l'entreprise comme un ensemble cohérent des leçons, des décisions et des vécues lors de la réalisation des projets. Nous avons abordé, aussi, la question de généricité du point de vue de la formalisation des connaissances extraites instantanément en vue de leurs réutilisations et de leurs exploitations. Ce sont ces mêmes raisons qui nous ont amenés à situer la connaissance dans un contexte donné pendant son cycle de vie. Ce qui nous a amené à poser la question sur le contexte d'émergence du projet et de définir ainsi son influence sur le raisonnement pendant la conception, l'influence de l'extraction directe et la modélisation des connaissances sur les changements dans l'organisation et la réalisation d'un projet.

Nous avons traité la question de la conception qui est un processus actif et complexe participant à l'élaboration de l'artefact, processus de conception. En effet, c'est à travers les différentes étapes du processus de conception que la spécification du produit est complétée. Par ailleurs, c'est à partir des tâches composant le processus de conception que les différents paramètres caractérisant le produit sont calculés et déterminés.

En résumé, l'activité de conception est un système complexe composé d'éléments en interaction et en évolution. Supporter l'activité de conception revient à spécifier les moyens de conduire certains

processus opérants de ce système ou, mieux, à assister les décisions qui interviennent dans ses processus de pilotage. Pour pouvoir supporter l'activité de conception, il est donc indispensable d'étudier et de formaliser ses processus.

Nous avons clôturé cette partie par l'étude d'un état de l'art sur les méthodes et les approches qui ont été abordé dans le même sens que la l'expression de notre problématique afin de retenir la méthode la plus adéquate qui répond au mieux aux besoins de la modélisation de notre approche.

Dans la deuxième partie de ce chapitre, nous avons exposé un état de l'art du KM qui comprenait les différents courants de KM, les dimensions du KM, les systèmes de gestion des connaissances, les obstacles et les enjeux que peuvent engendrer une démarche de mise en place du KM dans l'entreprise. Dans une telle démarche, la mise en place d'une mémoire de projet ne sera que bénéfique aussi bien sur un plan humain, organisationnel, technique et économique que pour les objectifs de capitalisation et de préservation des connaissances dans le domaine des projets menés par une entreprise.

Une réponse à nos besoins en mémoire de projet pour notre approche à notre problématique peut être donnée par les systèmes de gestion des données techniques (SGDT). Par ailleurs, Cette mémoire de projet doit remplir un certain nombre de fonctionnalités, comme la gestion des produits, des processus, des versions, des évolutions, des documents, des acteurs, etc. Les travaux antérieurs relatifs à l'état de l'art de la mémoire de projet montrent que ces travaux présentent quelques insuffisances qui peuvent être dissipées par le choix d'une solution des SGDT.

Enfin, les modèles de la mémoire de projet seront dotés d'une caractéristique de généricité dans un but d'indépendance des domaines d'application de la mémoire de projet. Pour ce faire, et dans notre démarche de construction des modèles, nous allons remonter d'un niveau d'abstraction dans la conception des modèles afin de pouvoir garantir cette caractéristique de généricité. Les mécanismes de mémorisation permettent de mémoriser des représentations de connaissances suivant différents formalismes. Les techniques citées dans cette partie visent à l'organisation des représentations en vue de pouvoir les retrouver quand on voudra les rechercher. Le support de stockage est garant de la pérennité des représentations mémorisées.

En effet, les méthodes proposant la mémorisation nécessitent que soient définies, au préalable, les limites de ce qu'il faut mémoriser. Dans l'action, il n'est pas évident de prendre le recul nécessaire pour définir ce qui doit être ou ne pas être mémorisé. Il n'est pas non plus naturel d'arrêter l'action pour écrire ce que l'on fait, ce dont on ne verra les fruits que dans un futur plutôt éloigné et ce, de façon hypothétique.

En conclusion, dans une organisation, la mise en place d'une mémoire de projet ne peut être qu'utile sur le plan organisationnel, humain, technologique, et économique. L'aboutissement à la construction d'une mémoire de projet de l'entreprise pourra être un des résultats attendus d'une démarche KM. Cette mémoire de projet doit assurer certaines fonctionnalités, à savoir la gestion des activités et des tâches dont l'entreprise a besoin pour mener à bien ses projets telles que :

- les des produits de son activité principale ou annexe,
- les processus et les routines qui ont conduit à création le produits ou le service,
- l'historisation de chaque opération pour gérer l'évolution de son activité,
- la gestion des versions et la gestion des ressources,
- la gestion des organisations, des justifications et des documents.

Deuxième chapitre :

Construction du modèle Galcon

3. PRINCIPES THÉORIQUES DE LA CONSTRUCTION DU MODÈLE GALCON

3.1. MODÈLE PROPOSÉ « GALCON »

Cette partie ne prétend guère donner une vue exhaustive de l'ensemble des modèles, mais elle nous indique comment les composantes de notre proposition s'intègrent dans le processus global de la stratégie de gestion de connaissances dans l'organisation.

Le modèle proposé s'intitule « Galcon », c'est un acronyme de l'expression « Galaxy Consulting ». Le choix de ce terme vient de la métaphore qui tente de représenter l'univers de connaissances comme un espace galactique dans lequel s'interagit un amas indénombrable d'étoiles pour former un système organisé selon une loi d'équilibre naturelle. Les étoiles dans notre concept représentent les entités cognitives, atomiques ou composées, en action. Nous entendons par action, dans notre contexte, les interactions des objets dans un système donné qui « matérialise la réciprocité modifiant le comportement ou la nature des actants », [E. Morin ; 1997]. Ces interactions comportent diverses démarches:

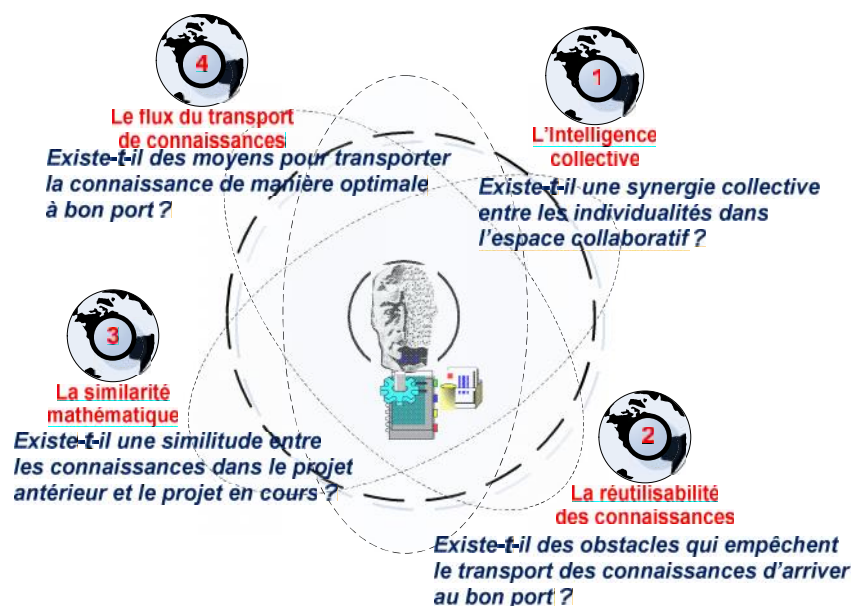
- actionnelles (effet de l'apprenant sur l'apprenti),
- réactionnelles (l'impact de la transmission de la connaissance sur l'apprenti),
- transactionnelles (échanges de connaissances entre l'apprenti et son entourage),
- rétro-actionnelles (feedbacks qui agissent sur le retour de l'expérience du processus qui le produit, et, éventuellement, sur leur source et ou leur cause).

L'ensemble de ces interactions génère une organisation synchronisée régissant la perception de notre univers cognitif. Chaque interaction ne constitue pas uniquement un assemblage de connaissances fixes ou figées, mais un flux entrant et sortant en activité permanente.

3.2. NOYAU CONCEPTUEL DU MODÈLE GALCON

Le modèle est perçu comme une constellation autour de laquelle gravitent quatre principes fondamentaux comme indiqué dans la figure 3-1. Il constitue dans son ensemble un noyau autour duquel gravitent quatre composantes sur lesquelles nous y reviendrons plus loin dans cette partie.

FIGURE 3-1 : NOYAU CONCEPTUEL DU MODÈLE GALCON



Source : Auteur

On peut dire qu'un questionnement est un obstacle, une difficulté, une exigence de choix, donc un appel à une décision. On décide d'un questionnement en y répondant. C'est donc sur ce principe que nous avons construit notre raisonnement, en répondant à quatre questions fondamentales :

- Existe-t-il une synergie collective entre les individualités dans l'espace collaboratif ?
- Existe-t-il des obstacles qui empêchent le transport des connaissances d'arriver au bon port ?
- Existe-t-il une similarité entre les connaissances des projets passés et des projets en cours ?
- Existe-t-il des moyens pour transporter la connaissance de manière optimale au bon endroit ?

A travers les réponses à ces questionnements, nous allons délimiter le périmètre dans lequel nous nous autorisons d'effectuer des recherches de similarités entre des projets passés et des projets en cours. Toutes les réponses représentent un caractère complémentaire entre elles et construisent des principes fondamentaux pour la mise en œuvre du processus de réutilisabilité de connaissances en action. Chacune de ces réponses participe d'une manière ou d'une autre à l'élaboration du processus de construction du modèle que nous déclinons comme suit :

- **Principe de l'intelligence collective**
Il désigne les capacités cognitives d'une communauté résultant des interactions entre ses acteurs dans un espace partagé. Les éléments portés à la connaissance des acteurs de la communauté font qu'ils ne possèdent qu'une perception partielle de l'environnement et n'ont pas conscience de la totalité des éléments qui influencent le groupe. Donc, l'intelligence collective vise à ancrer dans la culture de la communauté que le rendement optimum d'un groupe est supérieur à la somme des individualités (synergie collective).
- **Principe de réutilisabilité de connaissances**
L'action qui consiste à reprendre une information(s) existante(s) pour la ou les réemployer, éventuellement en la ou les adaptant, dans un contexte présentant certaines similarités avec la source de l'information. La réutilisabilité s'appuie fréquemment sur le concept de similarité mathématique et exige de passer outre les obstacles qui empêchent l'acheminement de l'information à son lieu de destination.
- **Principe de similarité entre les connaissances**
En mathématique, la similarité est un critère important pour l'identification de sous-groupe dans un groupe d'objets ou de données (connus ou reconnus) dans un « espace » ou un système. Du point de vue mathématique, c'est par la différence de distance entre deux données qu'on mesure leur degré de similarité. La similarité dans le domaine de KM consiste à établir les ressemblances ou les relations qui existent entre les informations manipulées et son équivalent dans la base source.
- **Principe de transport de connaissances**
C'est le processus qui assure le transport de la réponse à une requête de réutilisation de connaissances suivant le principe le chemin le plus court. Celui-ci est choisi en fonction du degré de pondération attribuée à l'information au départ, c'est-à-dire son importance. C'est la pondération qui détermine la nature du flux à utiliser pour un transport, (transport à flux poussé ou à flux tiré).

Dans les paragraphes qui suivent, nous allons plus en profondeur dans l'exploration de ces composantes et essayons d'argumenter leur lien avec le modèle proposé.

3.3. PRINCIPE DE L'INTELLIGENCE COLLECTIVE

La plupart des entreprises savent produire. C'est la raison de leur existence. Si elles n'avaient pas cette capacité, elles auraient disparu bien longtemps. Au fil du temps, leur niveau de performance devient de plus en plus homogène. Croître, prendre des parts de marché se fait alors plus facilement en absorbant ses concurrents. La performance des entreprises dans une société de l'information est de savoir mobiliser ce qu'on appelle l'intelligence collective [IC] et les connaissances [KM] de ses acteurs internes et externes. S'il faut et s'il faudra toujours savoir produire et vendre, ce n'est plus aujourd'hui un

facteur suffisamment différenciateur dans la compétition. Hier, l'entreprise était industrielle et commerciale. Demain il faudra qu'elle soit de plus en plus une **entreprise intelligente**.

3.3.1. L'INTELLIGENCE COLLECTIVE DANS L'ENTREPRISE INTELLIGENTE

L'entreprise intelligente repose principalement sur trois axes indissociables, [KM], [IC] et [ITC]. L'intelligence de l'entreprise sera plus performante si elle est soutenue par une démarche d'intelligence économique [IE], cf. figure 3-2. De même, l'intelligence collective et le KM ne peuvent exister et fonctionner efficacement sans les technologies d'informations qui font partie des technologies de l'intelligence augmentée [Amplified Intelligence], dont l'objet est d'augmenter et d'étendre les capacités intellectuelles humaines, en particulier les capacités cognitives des groupes :

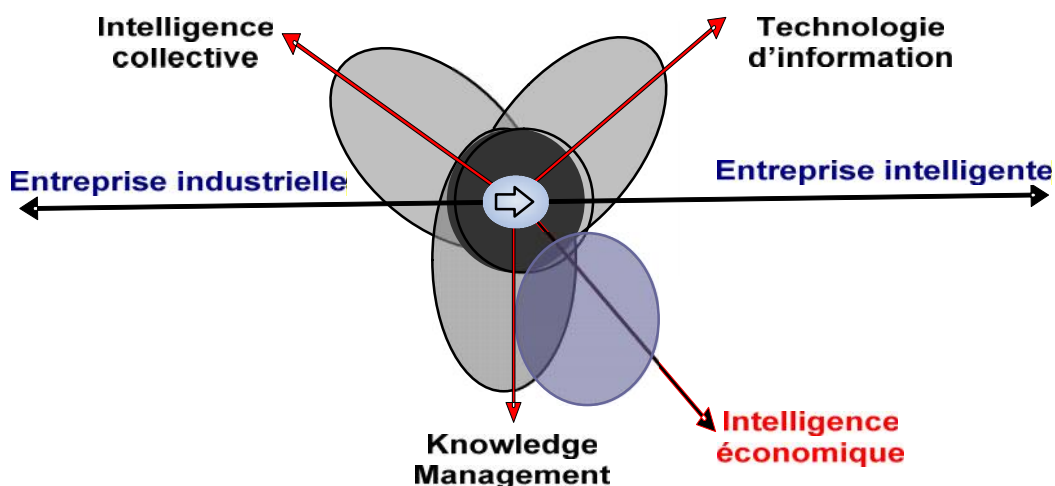
- Intelligence collective : qualité et quantité des coopérations intellectuelles,
- Technologie de l'information : qualité et quantité des connaissances,
- Knowledge Management : qualité et quantité des flux favorisant les flux informationnels.

Il faut bien préciser que la notion de la quantité désigne la plus grande quantité des coopérations de connaissances adaptées aux besoins de l'entreprise. Donc, les coopérations dont on parle, ce sont des coopérations intellectuelles qui fonctionnent comme une sorte d'énergie vitale au sein de l'entreprise. Le rôle que peut jouer le Knowledge Management en tant que support de connaissance est primordial. Son apport le plus bénéfique se situe au niveau de la coopération intellectuelle, il s'agit donc de toutes les interactions :

- interpersonnelles (qui concernent la coopération entre deux ou plusieurs personnes),
- inter-organisation (qui concerne la coopération entre équipes, services et entreprises).

Au sens de Joël de Rosnay²⁸, l'intelligence collective est, un « *ensemble d'éléments en interaction dynamique organisés en fonction d'un but* ». Les caractéristiques de ce système sont notamment l'interaction, la globalité, l'organisation, la finalité et, bien entendu, la complexité que Edgar Morin définit comme l'impossibilité de simplifier, autrement dit, de décrire le fonctionnement d'un système à l'aide d'un processus analytique ou d'un algorithme mathématique.

FIGURE 3-2 : STRUCTURE DE L'ENTREPRISE INTELLIGENTE



Source : Olivier Zara - *Management de l'intelligence collective*

Donc la dimension TIC joue le rôle du tenseur et non le rôle de la résultante additionnant deux vecteurs au sens mathématique du terme. Donc, le tenseur représenté par l'accent circonflexe de la formule ci-dessous représente l'opérateur tensoriel.

²⁸ Président exécutif de Biotics International et Conseiller du Président de la Cité des Sciences et de l'Industrie de la Villette

$$TIC = KM \wedge IC.$$

Une décision, une action est-elle de meilleure qualité si on mobilise l'intelligence de plusieurs personnes pour la concevoir ? Faut-il chercher des informations avant de réfléchir ? Encore une question : trouvons-nous toutes ces questions sans intérêt ? Si la réponse est affirmative, parce qu'elle relève du bon sens, alors ces questions permettent d'aborder deux concepts essentiels pour l'entreprise moderne à savoir l'intelligence collective et la gestion rationnelle de ses connaissances. Dans une entreprise dite intelligente, il est important de distinguer séparément la réflexion collective et la communication collective :

- La communication permet d'échanger des informations sans qu'il y ait forcément des coopérations intellectuelles,
- La réflexion collective implique des coopérations intellectuelles qui permettent de créer l'information et d'interagir sur l'information existante afin de la transformer.

Cette distinction est importante : on pense souvent coopérer alors qu'on ne fait que communiquer. Émettre ou recevoir une information est une activité courante. Par contre, co-construire une information est beaucoup plus rare et difficile. L'intelligence collective est l'intelligence de lien et de relation entre les individus. Parmi une de ses définitions, Howard Gartner, de l'Université Harvard, classe l'intelligence collective comme l'intelligence connective. Le fondamental de l'intelligence collective est l'harmonie dans les liens entre les intelligences individuelles. Ces liens caractérisent les différentes coopérations intellectuelles et l'intelligence collective et seraient la résultante des coopérations intellectuelles.

Selon Pierre Levy²⁹, « la meilleure chose qu'on puisse faire avec les nouvelles technologies, ce n'est pas de l'intelligence artificielle, mais, au contraire de l'intelligence collective : que les ordinateurs n'imitent pas les humains, mais les aident à penser à faire évoluer collectivement leurs idées. », [P. Levy; 1987].

Les technologies de l'information et de la communication ont permis de rendre accessible l'information, de la stocker et de la partager. Ainsi, ils ont augmenté la performance des interactifs humaines et ont donné à l'information une valeur opérationnelle. Les technologies de l'intelligence augmentée permettent aujourd'hui de matérialiser les concepts de l'intelligence collective. Malgré tout, certains croient pouvoir développer leur intelligence collective en minimisant l'importance des TIC, voire en les rejetant. A la résistance classique au changement s'ajoutent des raisons culturelles (goût du contact humain, communication verbale dominante etc.), du fait de cette culture, valorisée et sacralisée comme un patrimoine de grande valeur.

3.3.2. OBJECTIFS ET FINALITÉS DE L'INTELLIGENCE COLLECTIVE

L'objectif de l'intelligence collective est d'obtenir une décision intelligente par le biais d'outils, de méthodes, de processus et de technologies. Manager l'intelligence collective consisterait, par exemple, pour un manager à définir qui cherche l'information, qui réfléchit, qui donne son avis, qui décide, qui capitalise l'information et qui agit dans l'ultime objectif de pouvoir partager la connaissance, l'utiliser et la réutiliser. La valeur ajoutée dans un processus de réutilisation est assurée par le degré de synergie dégagée collectivement. Dans ce cas, on parle de synergie collective dans un espace collaboratif tel qu'un Groupware dont nous avons déjà parlé et dont nous reparlerons plus en détail pour montrer son utilité dans la convergence des points de vue.

Dans le cadre de notre problématique, le besoin de prise en compte de connaissances de plusieurs acteurs (poly-acteurs) provient généralement d'un environnement regroupant plusieurs disciplinaires, où plusieurs intervenants experts interagissent. Ceci nous amène à introduire la notion du point de vue, dont il faut en tenir compte lors de la modélisation et de la formalisation de la connaissance. Pour Olga Marino Drews [Marino, 1993], un point de vue est « la perception qu'a une personne du monde observé (ou la perception d'une personne sur le monde observé) ».

²⁹ Pierre Levy, Président de Cabinet conseil GN à Montréal

Quant aux finalités principales de l'intelligence collective, elles consistent à valoriser les idées, les connaissances et les informations que chaque groupe détient pour résoudre des problèmes opérationnels, innover, accélérer et fiabiliser les processus de décision. Le management de l'intelligence collective consiste aussi à mobiliser les hommes, à réfléchir sur les informations disponibles pour dynamiser les coopérations intellectuelles au sein d'un groupe. Voici les grandes étapes:

- Poser la question à laquelle on cherche une réponse,
- Collecter les informations dans les réseaux internes et externes,
- Analyser les informations collectées,
- Diffuser les informations analysées et organisées.

3.3.3. LES LIMITES DE L'INTELLIGENCE COLLECTIVE

L'intelligence collective rencontre deux limites naturelles:

- **Numérique** : un nombre limité des agents ou des experts dans le groupe peut créer une synergie positive, sans quoi on atteint vite un niveau trop élevé de complexité qui génère plus des incohérences non maîtrisables que des résultats effectifs, ce qui limite grandement les capacités du groupe,
- **Spatiale** : les personnes doivent se trouver dans un environnement physique proche afin que leurs interfaces naturelles (« sens organiques ») puissent échanger entre elles, afin que chacun puisse appréhender la globalité de ce qui se passe et adapter son comportement.

L'intelligence collective pourrait être un facteur important de réussite, car elle influe beaucoup sur les comportements individuels de coopération. Les synergies sont fortes en Intelligence collective et intelligence économiques. De ce fait, les efforts pour mettre en place l'une pourrait faciliter de facto l'implémentation de l'autre. L'intelligence collective se matérialise au quotidien par des coopérations intellectuelles que l'on observe en particulier dans les temps de réflexion collective. Elle est souvent faible pour des raisons de cultures, d'habitudes managériales et de technologies déficientes. De là, on déduit que l'intelligence collective aide à penser ensemble contrairement à l'intelligence artificielle qui intervient pour limiter ses erreurs.

3.4. PRINCIPE DE LA SYNERGIE COLLECTIVE

3.4.1. LA SYNERGIE

Les effets synergiques ressortent typiquement de la physique des systèmes complexes. Ils impliquent une maîtrise de cette complexité d'un niveau supérieur et interdisent donc le recours aux méthodologies simplificatrices et cartésiennes classiques. Ils induisent, aussi, une nouvelle logique qui n'oppose plus le global et le spécifique, mais, au contraire, les fait coopérer dans un processus vertueux et dialectique. En somme, des effets synergiques ne peuvent apparaître que moyennant l'existence d'un projet fédérateur (première condition nécessaire) et d'un noyau fédérant (deuxième condition nécessaire).

La synergie reflète fréquemment un phénomène par lequel plusieurs acteurs, facteurs ou influences agissant ensemble créent un effet plus grand que la somme des effets attendus s'ils avaient opéré indépendamment, ou créent un effet que chacun d'entre eux n'aurait pas pu obtenir en agissant isolément. En règle générale, les conséquences positives d'une synergie se réfèrent à un observateur et son point de vue, sans que ce dernier soit toujours bien précisé.

L'équation 3-1 est l'expression de la synergie collective totale représentée par la somme des fonctions qu'un ensemble d'acteurs ou d'influences remplies dans un espace partagé. Suivant l'effet engendré par cette synergie, le facteur synergique prend une valeur de triplet $\{-1,0,1\}$.

ÉQUATION 3-1: PRINCIPE DE LA SYNERGIE COLLECTIVE

$$S_{syner} = \sum_{i=1}^n f(x_i) dx = \sum_{i=1}^n x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n$$

Avec $[1, n]$ est l'ensemble des individualités

et $[a, b]$ est l'ensemble des facteurs d'optimisation synergique compris entre $[-1, 1]$

$$S_{syner}^{\pm} = \sum_{i=1}^n x_i \pm 1 \quad S_{syner}^{\pm} = \begin{cases} S^{+} = x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n + 1 \rightarrow \text{Synergie positive} \\ S^{0} = x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n + 0 \rightarrow \text{Synergie neutre} \\ S^{-} = x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n - 1 \rightarrow \text{Synergie négative} \end{cases}$$

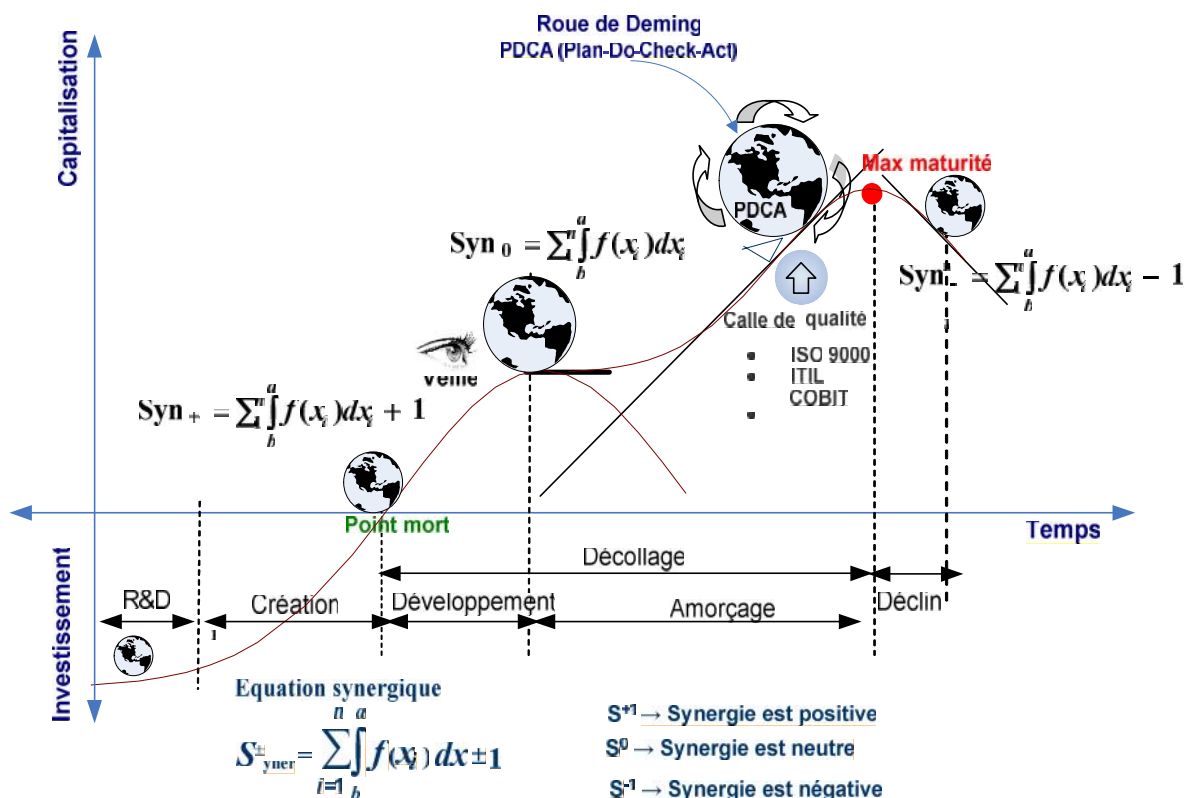
Donc, la synergie totale est la somme des fonctions remplies par chaque individualité. Le facteur synergique prend les valeurs suivantes : $\{-1, 0, 1\}$

d'où l'équation synergique du rendement optimal

$$S_{syner}^{\pm} = \sum_{i=1}^n \int_a^b f(x_i) dx \pm 1$$

Les effets de synergie collective sont des effets amplificateurs non linéaires qui ont une tout autre source. Celle-ci est appelée les « propriétés émergentes », qui sont des propriétés inédites qui interviennent du fait de l'intensité des interactions et des interrelations à l'intérieur de tout. Ces propriétés émergentes sont des propriétés supplémentaires qui appartiennent à ce tout sans appartenir à aucune des parties. Nous citons, comme exemple le goût qui caractérise la mayonnaise. Sa texture n'appartient ni aux jaunes d'œuf, ni à l'huile, ni à la moutarde qui la composent. Ces propriétés relèvent des processus d'interaction émulsive entre ces ingrédients et résultent donc non pas de ce qu'ils sont, mais uniquement de ce qu'ils font ensemble.

FIGURE 3-3 : ÉVOLUTION DE RENDEMENT SUIVANT LA SYNERGIE COLLECTIVE



Les effets de la synergie collective est la stimulation des coopérations et les interrelations entre les acteurs dans un groupe ou dans une communauté de pratique à travers l'émergence d'un projet global dans un intérêt commun. C'est autour de ces intérêts que la synergie émerge. On parlera de l'émergence d'un système qui joue le rôle d'attracteur global comme transcendant et intégrant les

2. Absence(s) des personnes

C'est une barrière complémentaire de la précédente. La nature est identique : la non présence de la personne détenant la connaissance. Les raisons d'absences sont nombreuses et souvent légitimes. Par exemple : congés, formation, visite d'un tiers (pour résoudre un problème ou appuyer une affaire), ou encore participation à un autre projet d'amélioration, etc.

3. Une autre personne traite le cas

Avec le travail en parallèle de plusieurs personnes, il se peut que la personne travaillant sur le nouveau projet ne soit pas la même que celle qui a travaillé sur le projet passé durant lequel une expérience pourrait être réutilisée. Si la disparition de la connaissance est temporaire (le temps de l'absence), l'effet n'en est pas moins le même : si la connaissance peut être réutilisée pendant l'absence de la personne qui la détient, elle ne l'est pas en raison de cette absence qui constitue donc une barrière à la réutilisation.

4. Pas de rapprochement

La personne qui avait travaillé sur le projet passé ne fait pas le rapprochement avec le projet en cours. Les projets étant assez nombreux et tous plus ou moins différents les uns des autres, il n'est pas forcément évident de faire le rapprochement lorsqu'une similarité existe entre un projet datant parfois de plusieurs années et un projet en cours.

5. Pas d'information dans le système d'information

Il y a encore quelques dizaines d'années, le coût des supports de stockage était si onéreux que les entreprises étaient contraintes de ne conserver que les données strictement nécessaires. Alors que ce coût de revient du stockage est devenu totalement dérisoire, ces comportements d'évacuation des données semblent être restés comme un réflexe, bien que ses fondements passés aient totalement disparu. C'est ainsi qu'il peut être très difficile de retrouver certaines informations sur des affaires datant de plus de quelques mois dans le système informatique.

6. Oubli des conclusions

Lorsque l'on retrouve une information similaire, il peut être difficile de retrouver les conclusions que l'on en avait tirées. On n'a pas forcément gardé de traces de la solution effectivement retenue ; on pourra ne se rappeler que de quelques-unes des alternatives en confondant parfois la solution retenue avec celle qui avait été évitée.

7. Aucune conclusion n'a été tirée

Bien souvent, les conclusions ne sont pas tirées, car, dans l'action, il est plus naturel de s'occuper d'un nouveau problème à résoudre (pour la veille !) que de s'attacher à dissenter sur un problème ayant déjà trouvé une solution. Les conclusions sont souvent décrites par les systèmes qualité comme devant avoir lieu, notamment à travers des bilans d'affaires. Cependant, elles sont, semble-t-il dans la pratique, reléguées au dernier plan et parfois même purement et simplement ignorées, tellement la pression est grande pour commencer le projet suivant.

Ce qui définit la réutilisabilité d'une connaissance incarnée, c'est son niveau de formalisation. Celui-ci est important puisqu'il détermine la part des connaissances qui sont accessibles et parmi ces dernières celles qui ne le sont que par des intervenants.

3.5.2. CONSÉQUENCE SUR LA RÉUTILISATION DES CONNAISSANCES DANS GALCON

La démarche ne peut pas se baser uniquement sur la formalisation préalable des connaissances, mais aussi sur la modélisation de son contexte, à savoir la modélisation des tâches sur les projets. On se basera le plus possible sur les informations présentes dans le système d'information existant afin de trouver des indicateurs de présence de connaissances similaires entre projets.

Comme nous l'avons vu précédemment, la connaissance doit passer par plusieurs étapes avant qu'elle soit disponible. Dans notre approche, on commence par formaliser les connaissances choisies parmi les connaissances passées, puis on rend ces connaissances disponibles dans un système de recherche ou on les intègre dans les processus afin qu'elles soient prises en compte systématiquement. Le processus de livraison cognitif est important dans notre démarche puisqu'il assure l'acheminement rationnel de la connaissance. Nous en parlerons plus en détail dans le paragraphe suivant.

3.6. PRINCIPE DE TRANSPORT DE CONNAISSANCES

Le principe du transport cognitif ou de connaissances est inspiré du système de gestion de production appliquée par les constructeurs automobile. Le processus consiste à affirmer que pour parvenir au produit fini, les systèmes de production sont organisés à partir d'un flux d'approvisionnement qui permet à chaque poste de travail d'amener "logiquement" une plus-value au produit en cours d'élaboration. Ce type du système de transport existe sous forme de deux flux d'approvisionnement:

- **L'approvisionnement sur besoin ou flux poussé**
Il consiste à acheter pour produire à partir d'une estimation des ventes. Les commandes en matières premières, en articles nécessaires à la production se font à partir de la connaissance ou de l'estimation de la demande finale. Cette logique d'approvisionnement s'appuie sur les nomenclatures produites, la prise en compte des stocks, des approvisionnements en cours et à partir de règles de gestion définies.
- **L'approvisionnement sur consommation ou flux tiré**
Il a pour principe la reconstitution systématique d'un stock défini et limité. La consommation réelle déclenche l'approvisionnement dès que le stock passe sous un seuil critique appelé point de commande.

De la corrélation entre la gestion de production et la gestion des connaissances, on dégage deux approches similaires de transport. Le tableau 3-1 synthétise cette approximation entre les deux modes de gestion de transport que nous avons jugés pertinents pour notre démarche.

- **La démarche « poussée »** avec la production des articles aux moments requis par un planning donné, conçu à l'avance. Ce qui correspond à formaliser les connaissances et à inclure leur utilisation dans les processus de l'entreprise,
- **La démarche « tirée »** avec la production des articles seulement à la demande pour être utilisés ou pour remplacer ceux pris pour être utilisés. Ceci consiste à s'intéresser à la connaissance qui répond à un problème précis correspondant à une demande en cours d'un client.

Les termes « poussé » et « tiré » qualifient la démarche et non pas une technologie. Ne pas confondre avec le « Push » sur internet. Une démarche « tirée » pourrait très bien mettre en œuvre des technologies de « Push ».

TABLEAU 3-1 : APPROCHES TIRÉE ET POUSSÉE

	Approche POUSSÉE ³⁰	Approche TIRÉE
Gestion de production	Fabrication des produits suivant un planning défini à l'avance	Fabrication des produits à la demande
Gestion des connaissances	Suivant un planning À partir de la masse des connaissances passées et de directions stratégiques	À partir des besoins en connaissances des projets en cours

Dans l'approche « poussée », qui correspond à la plupart des méthodes actuelles de gestion des connaissances, on commence par formaliser des connaissances choisies parmi celles qui ont été créées dans le passé, puis on les rend ces connaissances dans un système de recherche ou on les intègre dans les processus afin qu'elles soient prises en compte systématiquement.

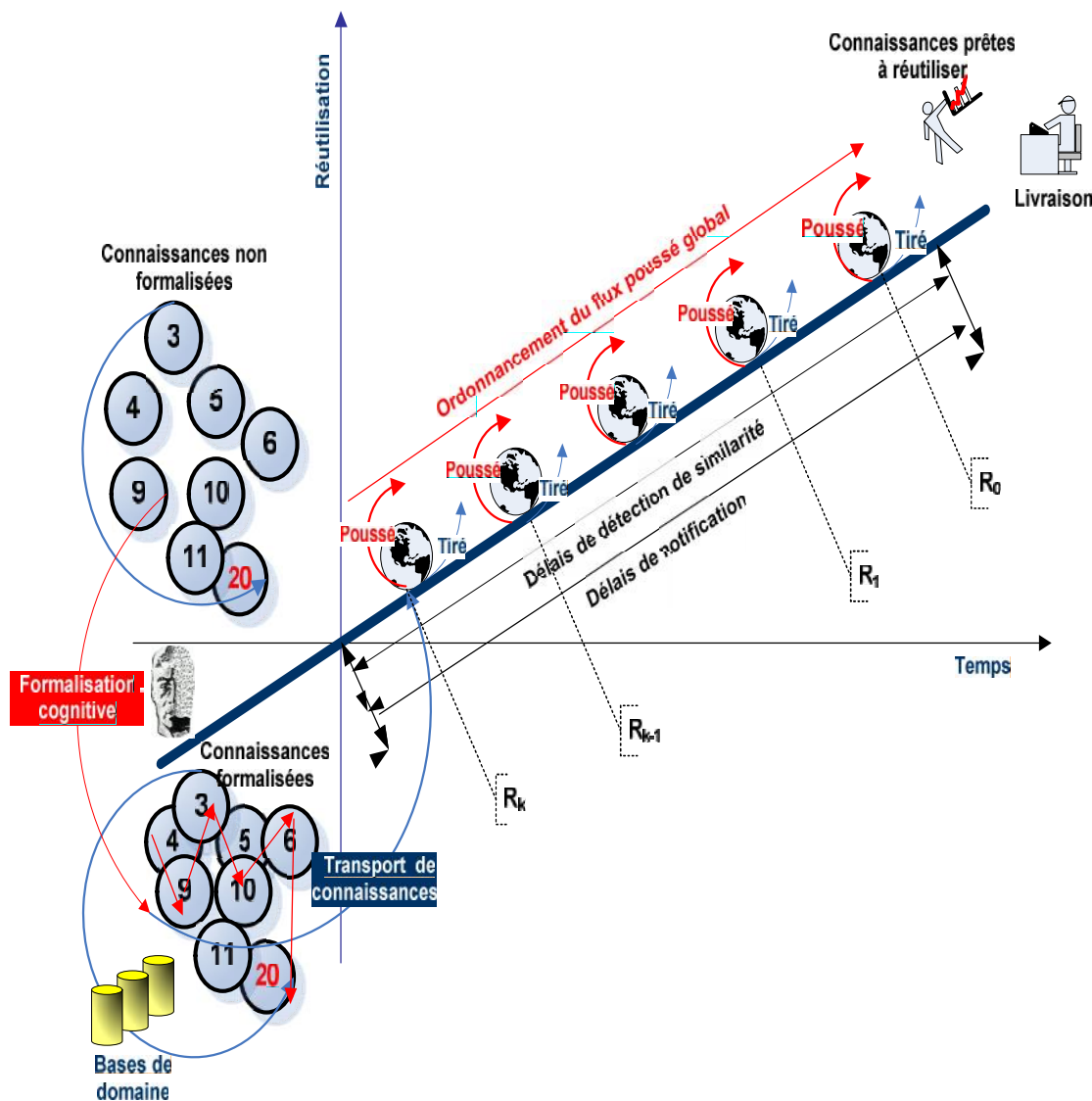
3.6.1. FLUX TIRÉ ET POUSSÉE DANS LA DÉMARCHE GALCON

La démarche « Galcon » est basée sur le flux « tiré » et « poussé » couramment utilisé dans la le

³⁰ : Les termes « poussé » et « tiré » qualifient la démarche, et non pas une technologie. Ne pas confondre avec le « Push » sur internet. Une démarche « tirée » pourrait très bien mettre en œuvre des technologies de « Push »

système de production de l'industrie automobile. Cette démarche a l'avantage de répondre aux besoins des processus de livraison en matière de connaissances utiles pour des projets en cours. La figure 3-5 montre le cycle de transport de connaissances depuis la requête d'un utilisateur en recherche de cas de réutilisation de certaines spécificités de son projet à travers des descripteurs donnés jusqu'à la livraison. Si l'ordonnancement des paquets de réutilisation $[R_n]$ a une allure ascendante, c'est dû au fait que le processus de **raisonnement à partir de cas** (RàPC) l'exige pour valider la pertinence des descripteurs entre la source et la cible. Nous parlerons plus en détail de ce processus dans la suite de ce chapitre.

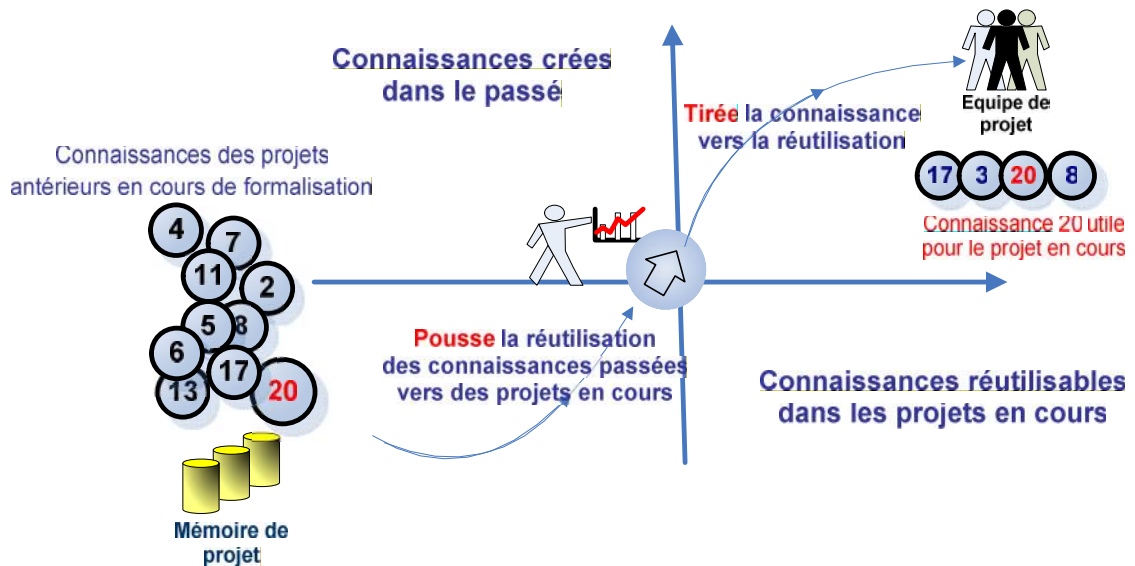
FIGURE 3-5 : CYCLE DE TRANSPORT DE CONNAISSANCES



Dans les deux cas (flux poussé/tiré), on doit choisir les connaissances (incertitude de l'utilité future), les formaliser et les intégrer dans un système de recherche ou directement dans les processus. C'est seulement après ces étapes, que les connaissances - celles choisies uniquement - deviennent réutilisables, si toutefois le cas se présente.

Dans la figure 3-6, nous avons représenté la masse de connaissances passées, liées aux projets passés, qui se situent dans l'esprit des personnes. A travers une démarche « poussée », l'étape d'intégration se fait à partir de la connaissance formalisée. Une connaissance qui n'est pas encore formalisée ne peut donc pas être intégrée, ni réutilisée. La figure 3-6 représente la situation au début d'une démarche « poussée », aucune connaissance n'étant réutilisable.

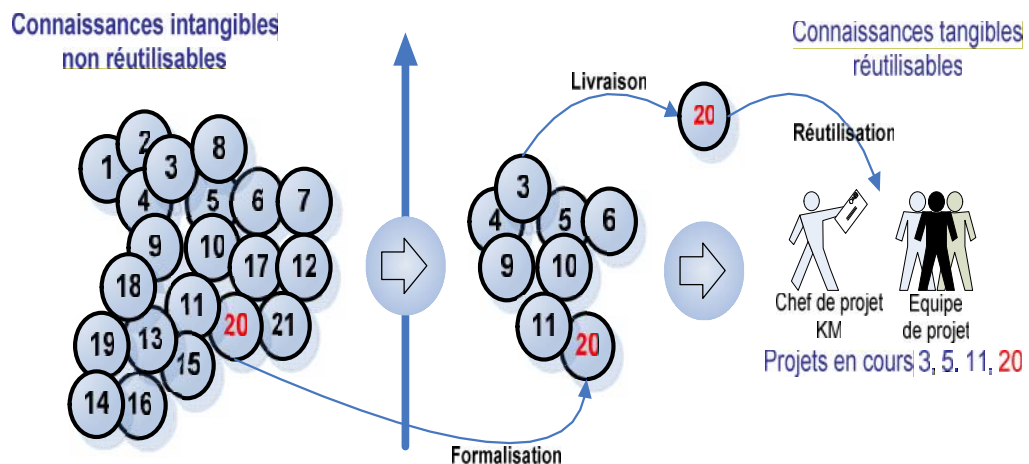
FIGURE 3-6 : APPROCHE POUSSÉE : PAS DE RÉUTILISATION AVANT LA FORMALISATION



3.6.2. CARACTÉRISTIQUE DE LA DÉMARCHE POUSSÉE

Après un certain temps d'utilisation de la démarche « poussée », certaines connaissances deviennent réutilisables, cf. figure 3-7. Comme les opérations de formalisation sont longues, il existe une file d'attente pour la formalisation des connaissances identifiées comme stratégiques et devant être formalisées les unes après les autres.

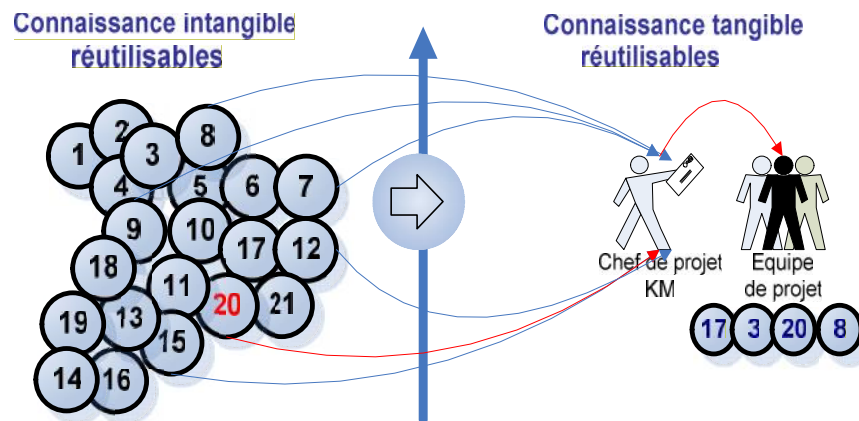
FIGURE 3-7 : APPROCHE POUSSÉE : APRÈS UN CERTAIN TEMPS D'UTILISATION



Au bout d'un certain temps avec la démarche « poussée », on a toujours un temps de retard entre la production de connaissances et leur capacité à être réutilisées. En effet, le temps de rattraper l'existant, de nouvelles connaissances sont créées, et il n'y a aucune raison pour que les connaissances en cours de formalisation correspondent avec les projets en cours, puisque la démarche « poussée » n'est pas dirigée par l'activité, mais par les connaissances existantes et en cours de formalisation relativement au planning défini à l'avance.

Par contre, dans l'approche « tirée », on part du besoin d'aujourd'hui (projets en cours) et on cherche sans préalable (sans avoir à choisir ou à formaliser) à réutiliser les connaissances. Toutes les connaissances sont potentiellement réutilisables, qu'elles soient formalisées ou non, cf. figure 3-8.

FIGURE 3-8 : APPROCHE TIRÉE - TOUTES LES CONNAISSANCES SONT RÉUTILISABLES



Ces deux démarches « tirée » et « poussée » sont théoriques. Les méthodes pratiques de gestion des connaissances peuvent correspondre plus ou moins à chacune de ces deux démarches. D'une façon générale, on prête peu de considération pour les besoins à court terme dans la plupart des démarches. Comme nous l'avons évoqué plus haut, c'est pourtant un besoin fondamental pour l'entreprise.

La vitesse d'inutilité de la connaissance (vitesse avec laquelle la connaissance devient obsolète ou inutile), et sa probabilité de réutilisabilité (probabilité d'occurrence d'un cas de réutilisation de la connaissance dans l'avenir) détermine l'intérêt ou non d'appliquer une approche poussée sur une connaissance. Si la vitesse d'inutilité est rapide, il n'y a aucun intérêt à formaliser la connaissance car elle serait peut-être inutile avant d'être prête à être réutilisée. De même, si sa probabilité de réutilisabilité est faible, il ne sera pas intéressant non plus d'y appliquer une démarche poussée.

Remarque

Les figures 3-5 à 3-8 illustrent la reprise d'une partie de la connaissance d'un projet « 20 » après formalisation. Le processus de formalisation permet de rendre la connaissance, exemple « 20 », disponible, tangible et réutilisable avant la livraison à son destinataire. Dans le cas où les connaissances ne sont pas formalisées, nous veillerons à identifier des indicateurs pour déceler les éventuelles similarités entre elles.

3.6.3. CARACTÉRISTIQUE DE LA DÉMARCHE TIRÉE

Dans la démarche « tirée », les connaissances n'étant pas elles-mêmes formalisées, elles ne peuvent pas être directement identifiées. Nous utiliserons un indicateur de connaissance pour les repérer. On se basera donc, le plus possible, sur les informations présentes dans le système d'information existant afin de trouver des indicateurs de présence de connaissances similaires entre les projets.

3.6.4. NÉCESSITÉ D'UN INDICATEUR

Nous utiliserons des données de la partie automatisée du système d'information (SIA) comme indicateur afin d'évaluer la possibilité d'existence de connaissances pouvant être réutilisées. Un certain ensemble de connaissances est mis en œuvre dans un contexte d'action particulier. Quand un contexte d'action similaire se produit, des connaissances doivent pouvoir être réutilisées³¹.

Principe de fonctionnement

Lorsqu'un contexte d'action se reproduit, on avertit les personnes de l'existence de connaissances d'après l'indicateur. Mais les connaissances elles-mêmes ne peuvent pas être directement fournies

³¹ : Nos propositions présentent certains points communs avec les systèmes de raisonnement à partir de cas (RaPC), mais ne peuvent s'assimiler à eux. Nous nous positionnons par rapport au RaPC dans l'annexe I.

puisqu'elles ne sont pas formalisées. Les personnes devront alors se rencontrer pour échanger les connaissances et/ou rechercher dans les archives des projets. Dans cette perspective, la tâche que doit accomplir la machine consiste à mettre des personnes en relation pour qu'elles échangent directement des connaissances – qui échappent à cette machine – ou à les orienter vers des archives des projets passés. Nous pouvons alors mettre les acteurs en relation pour qu'ils échangent leurs connaissances.

Utilisation du système d'information existant

Notre modélisation du contexte des connaissances consiste à définir des vues sur un ensemble de bases de données qui représentent une partie du contexte d'action correspondant à un processus. Par exemple, nous pouvons comparer une nouvelle commande à l'historique des commandes, afin d'orienter les personnes qui la traiteront vers celles qui ont traité des cas similaires, dans le passé (ou vers les archives des projets si ces personnes sont parties). Dans ce cas, nous recherchons les caractéristiques du produit à concevoir dans une base de données existante dans l'entreprise. Puis, avec notre outil, pour chaque critère, nous effectuons une recherche des correspondances avec les différents projets similaires déjà réalisés, ce qui nous permet alors de fournir, pour chaque étape du nouveau projet, la liste des personnes qui ont travaillé sur les étapes correspondantes des projets similaires passés.

Réponse aux besoins à court terme

La démarche « tirée » permet ainsi d'aider à réutiliser les connaissances au présent, alors que la démarche « poussée » ne peut le faire que dans le futur et à condition d'avoir prévu quelles connaissances seraient réutilisées – ce qui n'est pas forcément le plus facile dans le nouveau modèle industriel où « la seule certitude est l'incertitude » [Nonaka ; 1994]. La démarche conduit à augmenter la part des connaissances partagées dans l'entreprise, puisque les personnes doivent se les communiquer. De cette manière, la démarche « tirée » lutte également contre la perte de connaissance liée au départ d'une personne.

3.6.5. COOPÉRATION ENTRE DÉMARCHES TIRÉE ET POUSSÉE

La démarche « tirée » a des effets à court terme sur la réutilisation des connaissances. Les personnes dans l'entreprise vont alors pouvoir constater par elles-mêmes que la gestion des connaissances peut contribuer concrètement à leurs préoccupations de tous les jours. Elles peuvent même en bénéficier très rapidement. Si la démarche « poussée » est utilisée la première, il y a un risque de découragement des personnes face à une démarche dont elles ne voient aucun retour sur investissement (par rapport au temps que celle-ci requiert) pendant une longue période. Mais la démarche « poussée » sera mieux acceptée par les personnes dans l'entreprise, si elle complète une démarche – « tirée » – de gestion des connaissances qui a déjà fait ses preuves dans l'entreprise.

En se basant alors sur les connaissances mises en évidence dans le présent par la démarche « tirée », le choix des connaissances sur lesquelles appliquer la démarche « poussée » est fait automatiquement. La priorité est alors donnée aux connaissances qui sont réutilisées dans le présent. Une telle combinaison évitera de devoir baser le choix sur des prévisions peu fiables à l'heure actuelle (dans un contexte d'incertitude). La synergie issue de la combinaison des deux approches va plus loin. En effet, s'attachant aux connaissances réutilisées dans le présent, la formalisation en est facilitée et un effet de bord a lieu de la socialisation vers l'extériorisation, puisque pour mettre en pratique les connaissances, la personne devra reconstruire des schémas mentaux. Il lui sera alors plus facile de verbaliser la connaissance. Ceci est très appréciable au vu du coût hautement significatif de la formalisation.

Remarque

Les flux « tirée/poussée » sur lesquels s'appuie notre modèle conceptuel sont théoriques. Par contre, les méthodes pratiques de gestion des connaissances peuvent correspondre plus ou moins à chacune de ces deux démarches. D'une façon générale, on prête assez peu de considération aux besoins à court terme dans la plupart des démarches.

3.7. PRINCIPE DE SIMILARITÉ MATHÉMATIQUE

Dans notre cas, en matière de résolution de problèmes liée à la réutilisation de connaissances, on a constaté différentes manières d'aborder cette problématique. La première constatation consiste à nuancer fermement entre les novices et les experts. Les premiers seraient davantage enclins à se baser sur des similarités, alors que les seconds seraient à même de repérer les similarités existantes entre les structures des deux situations. Ce serait donc l'acquisition des expertises dans un domaine qui permettrait l'encodage optimal des analogies potentielles propres à un certain niveau d'abstraction.

C'est ce que nous verrons plus loin dans cette partie en introduisant le coefficient de pondération basé sur le raisonnement similaire.

Selon Causzinille-Marmèche, « *il est important de déterminer quels sont les aspects retenus de la situation, en fonction du niveau d'expertise dans le domaine, qui permettent aux sujets d'effectuer un jugement de similarité* ». [E. Causzinille-Marmèche, 1991]. Tant du point de vue des approches que des modèles, il existe une littérature très importante sur l'analogie et la similarité. Aussi il apparaît important de définir les rapports qui existent entre analogie et similarité dans l'objectif d'établir :

Les attributs qui permettent à un individu de déterminer qu'un fait est similaire à un autre,
Les attributs qui permettent à un individu de déterminer qu'un fait est utile afin de le réutiliser.

3.7.1. SIMILARITÉ ET ANALOGIE DANS L'APPROCHE DE RÉOLUTION DE PROBLÈME

Pour définir différents types de similarités dont l'analogie, Genter [D. Genter ; 1989] distingue des attributs et des relations. Cela lui permet de donner les définitions suivantes :

- La similarité littérale renvoie au fait que, lors d'une mise en correspondance entre la source et la cible, il y a un grand nombre de prédicats mis en correspondance par rapport au nombre de prédicats non mis en correspondance. Ces prédicats incluent à la fois des attributs d'objets et des prédicats relationnels.
- L'analogie, quant à elle, consiste à mettre en correspondance seulement des prédicats d'ordre supérieur. Il y a peu ou pas d'attributs d'objets.

L'analogie se différencierait de la similarité par le fait que, même si dans l'analogie, les objets sont appariés³² un à un et qu'ensuite les prédicats sont transférés, seuls les prédicats filtrés par le principe de systématisme jouant un rôle dans la mise en correspondance, [D. Genter ; 1989].

3.7.2. BASES THÉORIQUES DU PRINCIPE DE LA SIMILARITÉ

La similarité mathématique a fait l'objet d'importantes recherches dans des domaines extrêmement divers telles que les sciences cognitives. Il s'agit aussi de montrer l'importance de ce principe dans le cadre de la gestion et la réutilisation de connaissances à partir des cas passés. Ces cas sont incarnés dans la mémoire de projet de l'organisation qui est sa base de connaissances. La similarité est donc un critère important pour l'identification des sous-groupes dans un groupe d'objets, de valeurs (numériques ou non), de connaissances (formalisées ou re-formalisées) dans un « espace » ou un « système ».

Du point de vue théorique, tout espace ayant pour objectif d'identifier automatiquement un ensemble de connaissances doit utiliser un opérateur de similarité dont le but d'établir les relations entre les informations manipulées. Cette relation définit les similitudes apparentes entre les connaissances résidentes. C'est donc **le principe de similarité**.

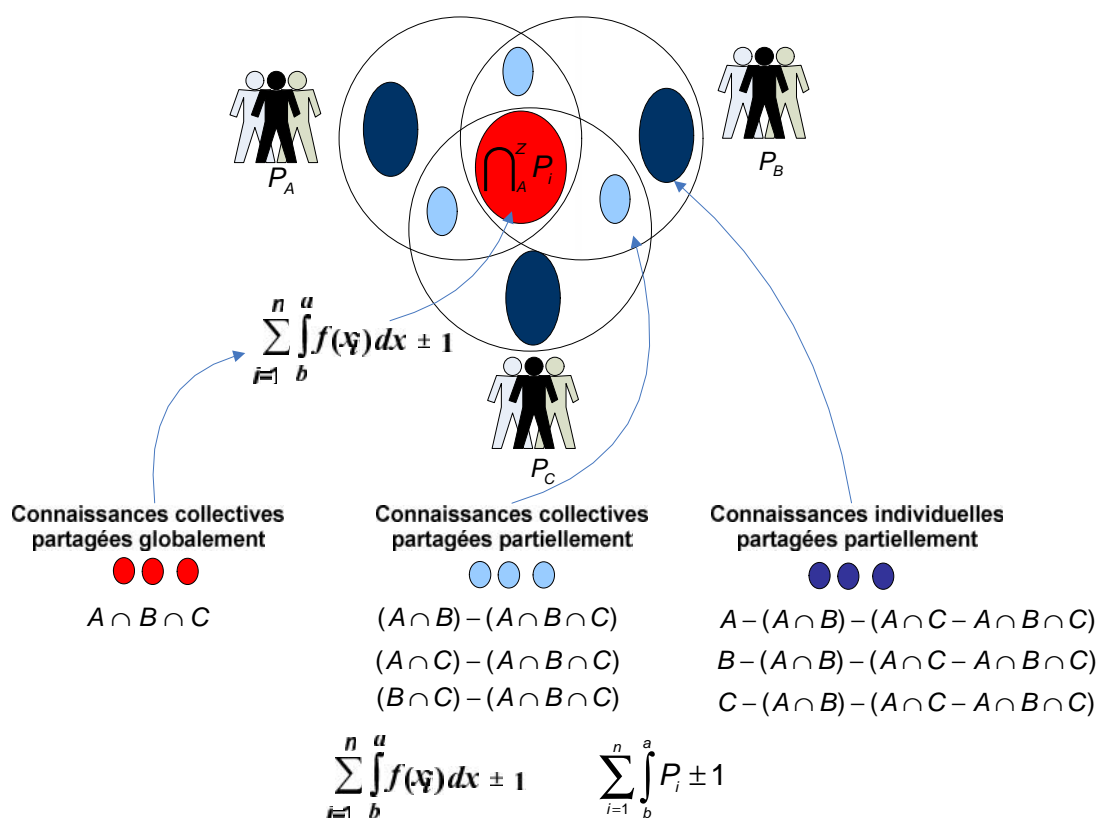
L'opérateur définit donc les différences de *distance mathématique* entre deux connaissances dont on mesure le degré de similarité. Sous cet angle, la similarité peut être vue comme une extension de la

³² Mise en correspondance basée uniquement sur des attributs objets. Il consiste en un transfert de quelques prédicats relationnels du premier ordre.

subsumption³³. Dans le contexte de notre recherche, il s'agit des données manipulées dans un espace de collaboration collective connu sous le nom anglais de «Groupwares». Afin d'identifier une similarité relationnelle, il faut préalablement vérifier les points suivants :

- La similarité en tant que principe de vérification de similitude,
- La similarité supporte la réutilisabilité des connaissances sous réserves que celles-ci soient formalisables et formalisées,
- La similarité supporte aussi de la méta-connaissance.

FIGURE 3-9 : RÉPARATION DE CONNAISSANCES DANS UNE COMMUNAUTÉ DE PRATIQUE



La figure 3-9 donne un aperçu global sur les différentes répartitions possibles dans un espace collaboratif. A noter que la formule de la figure 3-9 n'est autre que l'équation synergique déjà évoquée dans le point 3-4, qui concerne le principe de la synergie collective.

3.7.3. LES MESURES DE SIMILARITÉS DÉDIÉES À LA GESTION COGNITIVE

Les mesures de similarité sont divisées en deux catégories : les mesures géométriques et les mesures ensemblistes « entre ensembles ». Les modèles de distances (géométriques) sont les plus utilisés. Les objets comparés sont considérés comme des points dans un espace métrique. Ces modèles sont contraints par quatre propriétés : la positivité, la symétrie, la minimalité et l'inégalité triangulaire. Ces axiomes ont en particulier été étudiés par Tversky.

A partir d'une argumentation basée sur des considérations psychologiques, Tversky a proposé une approche basée sur la comparaison entre ensemble de caractéristiques. Dans ce cadre, les objets comparés sont décrits par leurs ensembles de caractéristiques binaires. Pour comparer deux objets A et B , décrits par leurs ensembles de caractéristiques P_A et P_B , les mesures de Tversky mettent en rapport trois composantes :

³³ Subsumption : cette notion est proche de la relation « est impliqué par » en logique classique, ou encore « contient » en logique ensembliste.

- Les caractéristiques communes à P_A et P_B ,
- Les caractéristiques propres à $P_A - P_B$ et $P_B - P_A$.

La mesure de similarité (Sim) est définie par une fonction réelle $f(x)$ de trois variables :

Les travaux de Tversky aboutissent à la proposition d'un modèle de mesure appelé le ratio model. Avec une mesure (f) permettant de mesurer les trois ensembles de caractéristiques communes et distinctives, on aboutit à la formulation suivante :

ÉQUATION 3-2 : MESURE DE LA SIMILARITÉ COGNITIVE

$$Sim(P_A, P_B) = \frac{f(P_A \cap P_B)}{f(P_A \cap P_B) + f(P_B - P_A) + f(P_A - P_B)}$$

Source : A. Tversky

En effet, dans la littérature, il y a plusieurs mesures de similarités adaptées à notre problématique. Celles qui consistent à comparer les événements de résolution d'un problème dans le passé en tenant compte de spécificités des descriptions qui interviennent dans le temps, l'espace, des structures complexes, des plans, des séries. Pour des raisons de simplicité, nous allons considérer une mesure de similarité fondée sur la distance « d », où p_i et d_i , deux paramètres réels positifs, permettent de pondérer l'importance accordée aux deux ensembles distinctifs de caractéristiques (ceux qui appartiennent à P_A mais pas à P_B , et l'inverse).

Nous rappelons que cette mesure est la plus utilisée dans la recherche cognitive. La distance entre deux descriptions de problèmes est la somme pondérée des distances des attributs décrivant les problèmes. Ce sont les poids $[p_i]$ qui portent la connaissance sur l'importance de l'influence du descripteur d_i sur la solution.

ÉQUATION 3-3 : MESURE DE LA SIMILARITÉ BASÉE SUR LA DISTANCE OU DISTANCE EUCLIDIENNE

$$d = \frac{\sum_{k=0}^n p_i * d_i}{\sum_{k=0}^n p_i}$$

- d : la distance entre deux descriptions.
- p_i : les poids la connaissance,
- d_i : l'influence du descripteur.

Source : A. Tversky

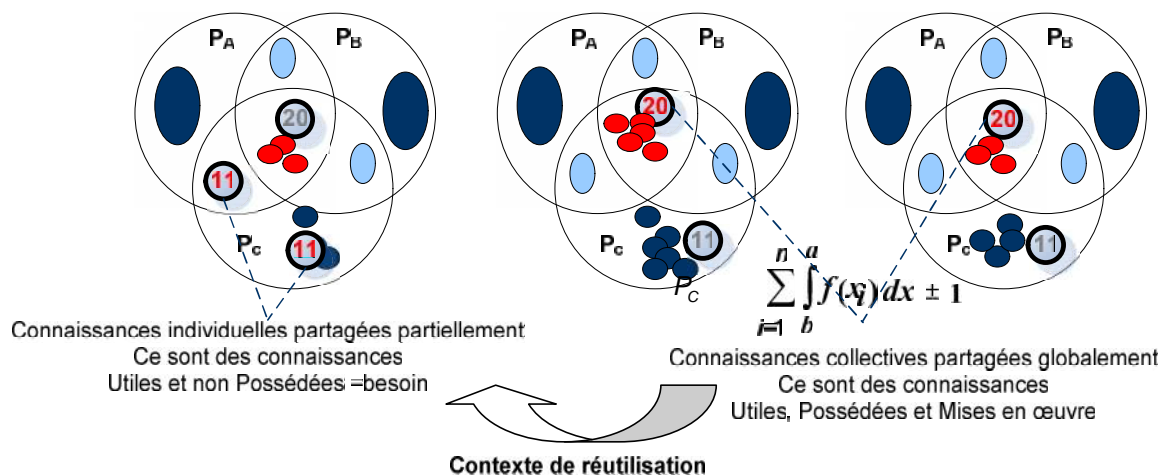
3.7.4. SIMILARITÉ DE CONNAISSANCE SELON LE CONTEXTE DE LEUR UTILISATION

Nous étudions la similarité de connaissances selon le contexte de leur utilisation (situation) pour repérer des connaissances pouvant être réutilisées. C'est l'objectif de l'approche « tirée ».

SPÉCIFICATION DE RÈGLES DE SIMILARITÉ

Nous définissons des règles de similarité qui définissent chacune un cadre pour mesurer la similarité entre des connaissances de plusieurs situations.

FIGURE 3-10 : SITUATION EN COURS ET SITUATIONS PASSÉES



Sur la figure 3-10, nous avons représenté les classes de connaissances des situations considérées par une règle. La mesure de similarité a lieu entre une situation en cours et les situations passées correspondantes. Le besoin en connaissance correspond aux connaissances utiles et non possédées par les personnes en situation. Les connaissances utiles, mises en œuvre et possédées des situations passées, peuvent être réutilisées sur la situation en cours. Nous estimons les ensembles de connaissances correspondant à ces classes par la modélisation de l'environnement des situations considérées.

Une règle de similarité est définie pour une classe de situations. Par exemple, nous pourrions définir une règle correspondant au début de la conception de la pompe, une autre règle correspondant au début de l'activité de conception du groupe, une autre correspondant au début de la fabrication, une autre correspondant au début des essais, une autre correspondant au processus d'achat d'un type de pièces particulier etc.

Nous prendrons l'exemple d'une règle définie pour un projet correspondant à la réalisation d'une pompe pour une commande, le contexte d'action le plus évident étant alors la conception. Cet exemple a l'avantage d'être assez parlant. C'est dans cette optique que nous avons utilisé cet exemple auquel nous continuerons de faire référence par la suite. Il ne faut cependant pas réduire le champ d'application de notre modélisation à la conception. Elle s'applique à tout contexte pouvant être vu comme un projet, y compris dans sa définition récursive (i.e. les phases d'un projet peuvent se modéliser comme un projet).

On définit une règle de similarité avec les éléments suivants :

- Une classe de tâches identifiables d'une granularité pouvant être plus ou moins grossière suivant les règles (par exemple, la conception d'une pompe, la conception de la tuyauterie, la conception d'un impulseur),
- Les entrées de cette tâche (produits et services et objectifs) généralisées comme un ensemble de caractéristiques (ou attributs) que doit posséder l'objet résultat de la tâche,
- Les personnes participant à la tâche.

Ces informations doivent être présentes dans le SI de l'entreprise. Il s'agit donc d'établir les correspondances entre les objets présents dans le SI ainsi que leurs caractéristiques et le rôle qu'ils jouent dans la règle de similarité.

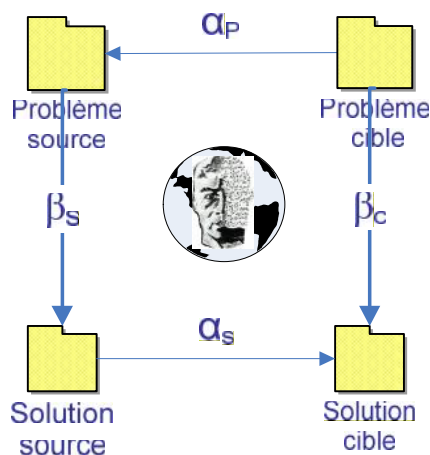
Une règle de similarité correspond à la recherche de similarité sur la totalité des domaines des attributs considérés par cette règle.

Nous avons également défini des règles de similarité dites spécifiques permettant de définir la recherche de similarité sur un domaine de situations moins large. Cela permet d'affiner une règle en vue d'améliorer sa pertinence. Une règle non spécifique pourra alors être remplacée par une ou plusieurs règles spécifiques, par exemple. La règle spécifique est comme une règle non spécifique à une sélection près. La restriction de domaine est une donnée propre à la règle et définie sur les attributs correspondants. Les données du SI doivent être accédées au travers d'une vue effectuant une sélection relationnelle correspondant aux restrictions définies sur les domaines. Nous ne détaillerons plus cette particularité par la suite afin de simplifier le discours.

3.7.5. LA SIMILARITÉ ET LE RAISONNEMENT ANALOGIQUE

Le processus de raisonnement analogique satisfait ce qu'on appelle dans la littérature scientifique le carré d'analogie comme le montre la figure 3-11. Ce dernier construit la base du raisonnement à partir de cas (**RàPC**). Ce type de raisonnement permet de trouver un cas similaire dans la base des cas sources par le biais du mécanisme de similarité.

FIGURE 3-11 : CARRÉ D'ANALOGIE



- α_P, α_S sont des mesures de similarité
- β_C, β_S sont des relations des dépendances

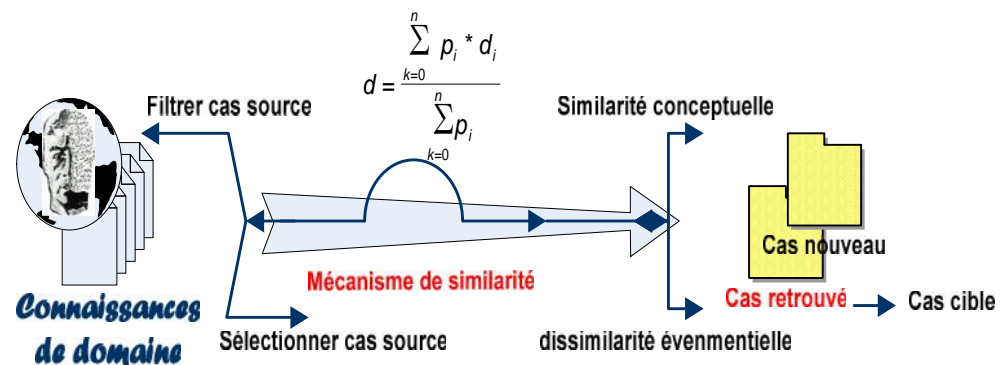
Source : Mille – A unifying framework for adaptation in CBR

Le raisonnement analogique représente les relations de dépendance « » entre les valeurs descripteurs d'un problème courant qui utilisent la mesure de similarité « », d'un problème source. Les relations de dépendance « », entre valeurs de descripteurs problème cible et valeur de descripteurs solution, permettent de mettre en évidence les descripteurs solution qui doivent être adaptés car dépendant de descripteurs problèmes source différents des descripteurs problèmes cibles. En d'autres termes, si une valeur de descripteur source dépend d'une valeur de descripteur problème, une modification de la valeur du descripteur problème entraînera une modification "analogue" à la dépendance du descripteur solution correspondant. Cette connaissance est nécessaire pour l'adaptation.

Lorsqu'un ensemble de cas est trouvé dans la base de cas, le processus de ressemblance entre les cas sources filtrés et le problème cible est évaluée à l'aide de deux mesures de similarité :

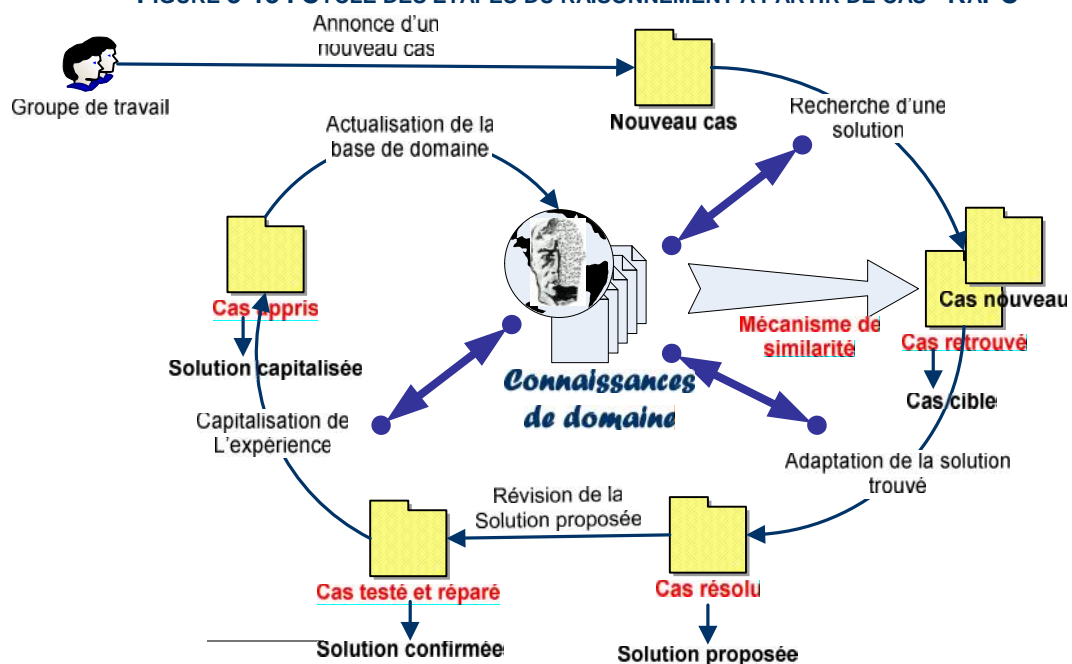
- Une mesure de similarité conceptuelle fait intervenir une mesure de ressemblance sur les attributs des cas ainsi qu'une mesure reflétant l'éloignement des cas de la hiérarchie.
- Une mesure dite de dissimilarité événementielle peut être calculée. Elle permet de comparer les différentes séquences d'événements qui caractérisent un objet.

FIGURE 3-12 : PROCESSUS DE LA SIMILARITÉ BASÉ SUR LA DISTANCE A. TVERSKY



Notre modèle décrit une démarche permettant de supporter l'implantation des systèmes en se basant sur des cas et des expériences passés. Tel qu'il est représenté par la figure 3-13, le modèle intègre le principe RàPC. Ce qui nous intéresse dans ce mode de raisonnement, c'est le fait que le processus tient compte de l'aspect d'adaptabilité de la solution trouvée avant de proposer une résolution finale. Une des applications de notre modèle concerne la réutilisation des synthèses d'une expérience dans le domaine de la recherche scientifique réalisée dans le passé manipulant une masse cognitive importante. Les différentes informations de réutilisation sont collectées sous la forme de cas. Dans le chapitre suivant, nous consacrerons un cas d'expérimentation prise à l'Institut Pasteur de Casablanca pour mieux expliciter le processus.

FIGURE 3-13 : CYCLE DES ÉTAPES DU RAISONNEMENT À PARTIR DE CAS - RÀPC



Source : inspiré de The CBR Cycle [Aamodt and Plaza, 1994]

3.7.6. LE MÉCANISME DE PONDÉRATION

La vision du chercheur ou de l'expert sur son problème à résoudre est prise en compte par la possibilité qu'il a de décrire l'importance relative de chacun des attributs représentant le problème à l'aide de poids qu'il affecte à chaque attribut. Un attribut ayant un poids évalué à 1 est considéré comme très important, le poids à 1 étant le poids maximum. De plus, au moins un des poids des attributs doit être évalué à 1. A l'inverse, un attribut ayant un poids à 0 est considéré comme négligeable. Cette pondération interviendra notamment pour la recherche du cas source le plus similaire au cas cible. Les valeurs des poids sont comprises dans l'intervalle [0,1]. Ainsi, les poids affectés aux attributs doivent

vérifier les trois hypothèses suivantes [Dubois, 1987] :

- Le poids w_i associé à chaque caractéristique i appartient à l'intervalle $[0,1]$,
- Le poids w_i est d'autant plus grand que la référence (caractéristique du cas cible est importante),
- La condition de normalisation est : $\max w_i = 1$.

L'attribution des poids peut être faite directement par l'expert du domaine ou son utilisateur direct en affectant une valeur comprise entre 0 et 1 pour chaque attribut du cas cible. Nous proposons également d'aider l'utilisateur dans l'attribution de ces poids. Pour cela nous suggérons de classer les attributs par leur ordre d'importance selon un rang. L'attribut au rang 1 est le plus important et deux attributs peuvent être ex æquo au même rang. Le poids w_i de chacun des n attributs du cas cible est donné par la formule suivante :

ÉQUATION 3-4 : FONCTION DE SIMILARITÉ DE TYPE « PROCHE DE »

$$a_i = 1 - \frac{\text{rang}_{a_i}}{\max \text{rang}_{a_i}} \quad \text{avec } i = 1, \dots, n$$

État des attributs

Les attributs décrivant un cas ont plusieurs états possibles :

- définis et évalués : un attribut est défini lorsqu'il est instancié. Il existe au sein du cas et participe à sa définition. De plus, il est évalué : l'existence de cet attribut est complétée par une valeur qui lui est affectée.
- définis et non évalués : un attribut peut être instancié sans avoir de valeur affectée. Cet attribut participe à la définition du cas mais sa valeur n'est pas connue.

Il est très intéressant de pouvoir considérer des cas décrits avec des attributs dont les états sont variables. En effet, un attribut étant défini mais non évalué fournit une information importante sur la description du cas. Il peut s'agir d'un attribut dont la valeur n'est pas connue mais qui participe à la description structurelle du cas. Cette information permet notamment de rechercher des cas ayant une structure plus ou moins similaire. Nous reviendrons sur cette notion de similarité structurelle lorsque nous présenterons le processus de similarité que nous proposons.

3.8. CONCLUSION

Le formalisme présenté dans cette partie a été sélectionné en fonction des besoins émergeant de notre problématique. En effet, nous nous situons dans un contexte pour lequel des connaissances provenant de différents experts doivent être modélisées. De plus, ces connaissances doivent pouvoir être ré-exploitées par plusieurs experts.

Le positionnement de l'expert au centre de notre proposition implique de prendre en compte ses besoins. Ceux-ci concernent à la fois la manière dont il souhaite exprimer ces connaissances, ainsi que la façon dont il peut utiliser les connaissances déjà stockées dans la base par l'ensemble des experts.

Concernant la formalisation des connaissances, celles-ci proviennent de métiers où l'explicitation des connaissances est difficile à mettre en œuvre. Pour l'exploitation des connaissances, il s'agit d'aider l'expert dans sa résolution de problèmes tout en tenant compte de son point de vue sur la situation.

Nous avons sélectionné différents formalismes qui permettent de répondre en partie en ces besoins. En effet, nous souhaitons intégrer et enrichir ces différents outils de représentation et manipulation de connaissances afin de répondre complètement à notre problématique.

Nous avons basé notre réflexion sur la notion d'expérience. Pour cela, nous avons sélectionné le mécanisme de raisonnement à partir de cas afin d'acquérir et d'exploiter les connaissances détenues par les experts sous la forme d'expériences. Nous souhaitons approfondir l'étude du raisonnement à partir de cas en relation avec les différents formalismes sur lesquels est bâti notre modèle.

Sur la base de ces formalismes, nous proposons des développements pour les principales phases du raisonnement à partir de cas que sont la recherche d'une expérience passée et la réutilisation de celle-ci pour résoudre un problème courant. Ces développements sont présentés dans le chapitre suivant. Avant cela, nous souhaitons reprendre les différents points du RàPC sur lesquels nous nous sommes penchés afin de faire une étude bibliographique des propositions existantes dans le domaine. Nous pourrons alors positionner notre contribution par rapport aux travaux existants.

Ainsi, nous présentons dans la partie suivante une étude des travaux de la littérature en relation avec les formalismes que nous avons sélectionnés pour répondre à notre problématique.

4. MODÈLE PROPOSÉ ET MÉTHODOLOGIE

Nous exposons dans cette partie le modèle proposé et la méthodologie suivie pour assister les experts et les utilisateurs intéressés par la gestion de connaissance et sa réutilisation. Dans le contexte de notre recherche, les intervenants sont les experts métiers, les chercheurs et les ingénieurs IT qui sont plus concernés par la réutilisation de connaissances destinées à des fins expérimentales. La méthodologie de la recherche que nous proposons suit un cheminement relativement classique au sein de la communauté scientifique. Comme toute problématique, il est important, dans un premier temps, d'explorer les approches et les outils qui se rattachent d'une façon directe ou indirecte à la problématique. L'analyse critique des approches existantes, de leurs points forts et points faibles, nous a permis de formuler un ensemble d'hypothèses.

4.1. VUE D'ENSEMBLE DU MODÈLE PROPOSÉ « GALCON »

Le modèle constitue un des composants d'un environnement d'aide à la gestion des connaissances pour l'entreprise. L'objectif de Galcon est de stimuler des échanges de connaissances entre les personnes dans le but de réutiliser des connaissances lorsqu'un projet en cours pourrait réutiliser des connaissances d'un projet passé, conformément à notre analyse. Nous voulons ainsi répondre aux besoins réels de réutiliser des connaissances dans l'action en cours. Ainsi, l'objectif de ce modèle est de supporter la démarche tirée de gestion de connaissance que nous avons proposée.

L'outil proposé par le modèle Galcon doit être actif, c'est-à-dire que la recherche de cas de réutilisation n'est pas à l'initiative des personnes dans l'action. Ceci répond à la nécessité, que nous avons identifiée dans l'entreprise, de fournir des descripteurs sur les connaissances réutilisables. En effet, la facilité d'accès ne garantit pas l'usage effectif des connaissances. L'usage est conditionné par l'existence de descripteurs incarnés (ou automatisés). Si la personne ne se doute pas de l'existence d'une connaissance, elle n'ira pas la chercher, que l'accès soit facile ou non. (*Cf. barrières 3 et 4, de la première partie du chapitre II*).

Les connaissances concernées par l'échange et la réutilisation peuvent être tacites ou explicites. Par conséquent, l'outil ne peut pas se baser sur une formalisation préalable des connaissances, mais sur la modélisation de son contexte, à savoir, la modélisation des tâches sur les projets, que nous avons étudiée au chapitre précédent. On se basera le plus possible sur les informations présentes dans le système d'information existant de l'entreprise afin de trouver des indicateurs de présence de connaissances similaires entre deux projets.

En présence de similarités entre un projet en cours et des projets passés, le modèle Galcon envoie des messages aux personnes concernées par l'échange de connaissance, c'est-à-dire les personnes qui travaillent sur le projet en cours, et celles qui ont travaillé sur des projets passés qui sont similaires.

Avant l'émission des messages, une personne spécialement chargée de cet environnement, que nous appellerons le pilote, est chargée de valider ou non l'envoi des messages, afin d'éviter le risque d'un bruit trop important dans les notifications.

À la réception d'un message les personnes sont censées envoyer une réponse au pilote en lui précisant si des connaissances peuvent être échangées ou non, si elles le sont effectivement ou non.

Notre approche tirée peut être complétée par une approche poussée pour laquelle elle fournira l'intégration avec les tâches de tous les jours. En effet, l'utilisation de Galcon étant profondément enracinée dans l'action sur les projets, ceci peut mettre en évidence des besoins ponctuels de formalisation de certaines connaissances, tout en fournissant le cadre pour intégrer l'usage effectif d'éléments formalisés dans l'action actuelle et future. Ceci est très important pour les approches classiques, puisque l'utilisation effective est le fondement même de l'utilité de la formalisation.

4.2. PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DU MODÈLE GALCON

Le modèle *Galcon* se base sur le principe de la formalisation (modélisation) du contexte de la connaissance à travers le système d'information de l'entreprise pour ce qu'il modélise de l'activité

suivant la modélisation que nous avons proposée dans la première partie de ce chapitre. Le principe de modélisation du contexte consiste à déterminer des vues sur l'ensemble de bases de données qui représentent une partie du contexte d'action correspondant à un processus.

Les tâches sur les projets sont déjà modélisées à travers les données d'un certain nombre d'outils informatiques actuellement utilisés pour la réalisation des projets. C'est sur les données de ces outils ainsi que sur des données propres que *Galcon* se base pour fonctionner, c'est-à-dire rechercher des similarités entre les projets et notifier aux personnes concernées les similarités trouvées afin qu'elles échangent des connaissances et les réutilisent dans les actions en cours.

4.2.1. LA PHASE DE LA COLLECTE DES INFORMATIONS

La méthodologie que nous avons retenue pour construire la base de domaine de l'organisation est fondée sur la collecte des informations. Cette phase représente une étape cruciale qui doit se faire avec l'aide des intervenants concernés par le modèle que nous proposons. Il convient, en effet, de s'assurer avec les ingénieurs IT et les chercheurs de la disponibilité des connaissances d'une thématique de recherche donnée et que ces mêmes connaissances soient formalisées dans le contexte de l'entreprise pour faciliter leurs reprises, (réutilisabilité). Le processus de la mise en œuvre d'un système KM doit passer par ces quatre étapes clés :

1. Repérer : identifier, localiser, hiérarchiser et caractériser les informations pertinentes.
2. Préserver : savoir garder et structurer l'information.
3. Valoriser : diffuser et partager l'information au sein des groupes de travail.
4. Actualiser : dynamiser l'information du fait que celle-ci a une durée de vie plus courte.

L'essentiel dans KM est d'être capable à tout moment de disposer de l'information dont on a besoin. A cet effet, il faut mettre en place des procédures de gestion de l'information internes pertinentes. La difficulté est de savoir ce qui est pertinent et ce qui ne l'est pas.

4.2.2. LES PHASES DE DÉPLOIEMENT ET D'INTÉGRATION DE LA PASSERELLE GALCON

La démarche Galcon s'inscrit dans un processus global de mise en œuvre d'un système de gestion de connaissances. L'intégration de la démarche dans le système suppose qu'un certain nombre de préalables soit acquis.

Phase 0 :

0. Identifier le contexte du projet afin de cerner ses entrées et ses sorties car un projet KM dépend d'un contexte à un instant donné de son cycle de vie. Tracer au mieux l'itinéraire de l'information pour mieux la rendre disponible.

Phase 1 :

1. Analyser l'infrastructure existante et identifier les points critiques.
2. Mettre en parallèle le processus le KM et la stratégie de l'entreprise.

Phase 2 :

3. Définir l'infrastructure en sélectionnant les composants et l'architecture du système.
4. Auditer le système de connaissance existant :
Un projet KM doit débuter avec ce que l'entreprise connaît déjà. L'audit permettra ainsi d'identifier les connaissances critiques et les connaissances manquantes.
5. Définir l'équipe de KM.,
6. Créer le modèle KM et planifier sa mise en place.,

Phase 3 :

7. Déployer la passerelle « Galcon ».
8. Gérer les changements.

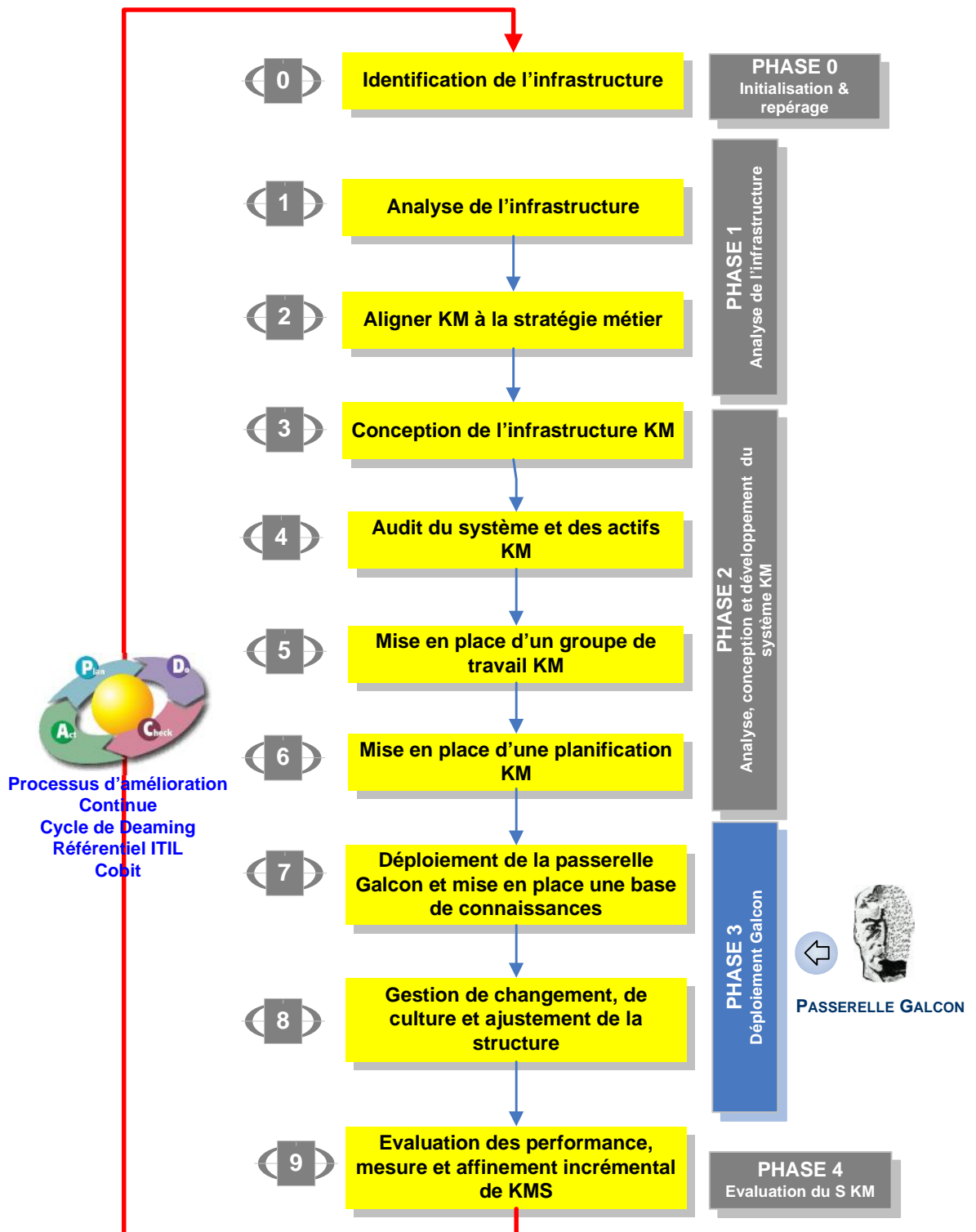


Phase 4

9. Tester et évaluer le système.

La figure 4-1 montre les étapes à réaliser pour que la passerelle du modèle (Galcon) soit intégrée.

FIGURE 4-1 : INTÉGRATION DU MODÈLE GALCON DANS LE PROCESSUS SKM DE L'ENTREPRISE



4.3. FLUX CIRCULANT DANS LE MODÈLE GALCON

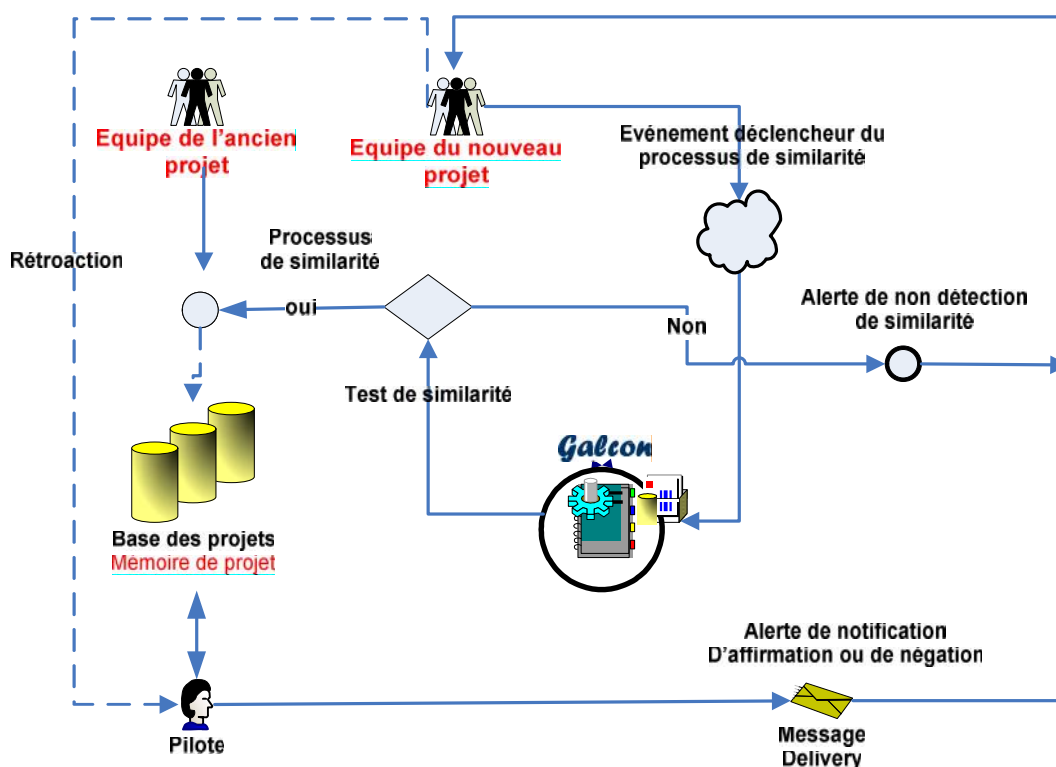
Le flux informationnel du modèle Galcon consiste, dans un premier temps, à intercepter un événement sous forme de requête de similarité. La requête se compose des éléments clés

« descripteurs » qui enclenchent le mécanisme de recherche de similitude à ces descripteurs. Le mécanisme identifie s'il y a des similarités entre le projet en cours et les projets existants. Ainsi, un corpus doit être constitué en sélectionnant les mots clés à partir d'une documentation technique relative au domaine.

4.3.1. L'ORGANIGRAMME DU MODÈLE GALCON

Une requête enclenche un événement dans le système Galcon lorsqu'un utilisateur lance une recherche de similarités entre les données de la source et de la cible de la **base de connaissances** du système d'informations de l'organisation. Une fois la requête satisfaite, un message de **notification** est envoyé aux personnes concernées qui, à leur tour, envoient un message de **rétroaction**. L'ensemble de processus est géré par une personne appelée « pilote » ou une procédure automatique qui sera chargée de gérer l'échange entre le récepteur et l'envoyeur. À la réception du message, les personnes concernées par la connaissance informent le pilote en lui précisant si certaines connaissances pourraient être échangées ou non. Le logigramme du modèle représenté par la figure 4-2 montre le diagramme d'état qui nous sera utile pour décrire le flux informationnel en interne de processus et déceler l'ensemble des événements enclenchés.

FIGURE 4-2 : ORGANIGRAMME DU MODÈLE GALCON



Exemple d'illustration

Nous pouvons comparer une nouvelle commande à l'historique des commandes, afin d'orienter les personnes qui la traiteront vers celles qui ont traité des cas similaires, dans le passé ou vers les archives des projets si ces personnes sont parties. Dans ce cas de figure, nous recherchons les spécifications du produit à concevoir dans une base de données existante de l'entreprise (mémoire de l'entreprise) ou le lancement d'un nouveau projet, exemple l'enregistrement d'une nouvelle commande concernant un produit ou la recherche des résultats d'une étude quelconque.

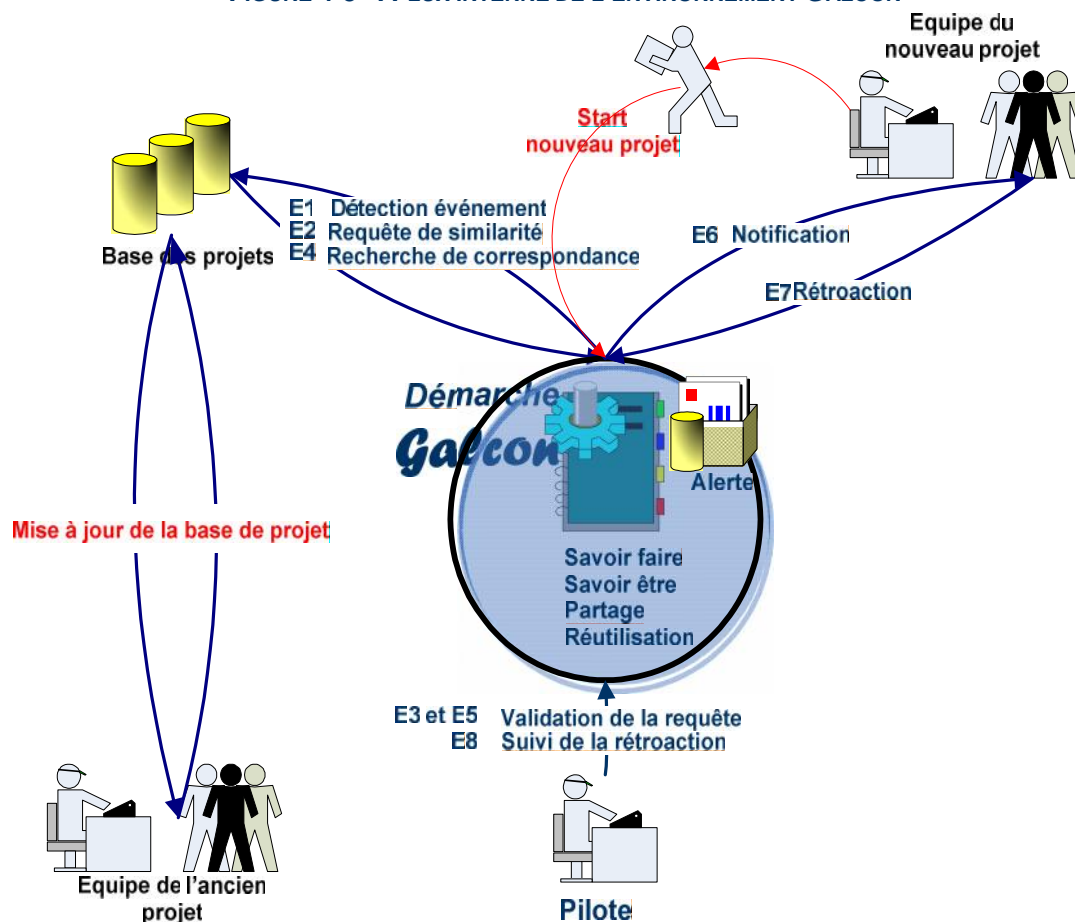
Puis, avec le modèle que nous proposons, nous effectuons pour chaque critère une recherche des correspondances avec les différents projets similaires déjà réalisés. Ainsi, le processus nous permet alors de fournir pour chaque étape du nouveau projet, la liste des personnes qui ont travaillé sur les étapes correspondantes des projets similaires passés.

Nous verrons plus loin dans la partie expérimentation que la commande dans l'exemple cité ci-dessus, elle représentera la comparaison des résultats statistiques d'une recherche scientifique qui concerne une thématique qui concerne une pathologie médicale quelconque.

4.3.2. LES INTERACTIONS EN UTILISATION

Le lien en couleur rouge de la figure 4.3, représente le début de l'événement qui enclenche, par la suite, le processus de l'échange des alertes entre les utilisateurs du système. Les détails de toutes les interactions enclenchées par le processus seront répertoriés dans le paragraphe suivant.

FIGURE 4-3 : FLUX INTERNE DE L'ENVIRONNEMENT GALCON



4.3.3. SCÉNARIOS D'INTERACTION DU MODÈLE

Cette partie représente le scénario de déroulement des différentes étapes du processus Galcon tant en interne qu'en externe.

Start → Événement externe (nouveau projet)

L'étape de démarrage du processus se déroule à l'extérieur de la démarche Galcon, c'est-à-dire dans la plateforme dédiée à la saisie des caractéristiques de projet. C'est d'ailleurs cette opération qui va détecter l'événement déclencheur du processus. Ce n'est pas forcément une saisie, mais ça peut être le résultat d'un traitement ou d'un échange de données informatisées.

Étape 01 → détection de l'événement

C'est l'étape qui effectue l'opération de détection de l'événement, c'est-à-dire qui consiste à surveiller les ajouts et les modifications correspondant aux règles de notification. À défaut de pouvoir récupérer un événement généré par la base de connaissances, ceci nécessite de gérer le processus de traçabilité qui traque l'historique de valeurs déterminantes de l'événement et de

produire un processus de comparaison pour détecter les ajouts et les modifications sur les tables surveillées.

Étape 02 → Exécution de la requête de similarité

Une fois que l'on a détecté un événement correspondant, le principe de similarité se déclenche. A ce moment une règle de notification est émise, la condition de la règle de notification est évaluée; ceci correspond à la recherche des similarités « **E2** », et a donc recours à la base de connaissances décrivant les caractéristiques des projets. La condition correspond à l'existence d'un ou plusieurs anciens projets évalués comme similaires au projet considéré.

Étape 03 → Évaluation de la requête

C'est donc l'étape correspondant à l'interaction avec le pilote pour valider la pertinence de la similarité. Pour cela, une explication doit être donnée, afin de faciliter l'évaluation de la pertinence. Il faut lui préciser de façon synthétique quelles sont les caractéristiques justifiant la similarité. En fonction de ces informations (et d'une éventuelle investigation si besoin), le pilote valide « **E3** » ou non la poursuite de la notification.

Étape 04 → Recherche de correspondance

Si la similarité est validée par le pilote et l'acteur, **Galcon** doit procéder à ce que nous appelons la recherche de correspondance, c'est-à-dire rechercher la liste des personnes à qui il convient de notifier « **E4** »; il s'agit de retrouver les personnes correspondant à la tâche dénotée par l'événement sur le projet considéré ainsi que les projets passés, conformément à la définition de la règle. La liste de personnes à qui il convient d'adresser une notification est proposée au pilote qui peut la valider et la modifier si nécessaire « **E5** ».

Étape 05 → Évaluation et validation de la requête

Nous avons distingué ici deux validations différentes « **E3** » et « **E5** », puisqu'elles correspondent à des définitions différentes (i.e. la définition de la similarité et la définition de la correspondance). Aussi est-il préférable de les étudier séparément, afin de ne pas les confondre au moment de l'évaluation. En effet, l'historique des validations et non validations d'une règle sert à améliorer la pertinence des règles, il est important de distinguer ces deux validations. Cependant, pour permettre au pilote d'enchaîner les deux validations, il est possible de placer l'étape « **E4** » juste après l'étape « **E2** », à condition de définir la liste des personnes en fonction de chacun des projets similaires, le pilote pouvant ne valider qu'un sous-ensemble de projets similaires proposés par Galcon.

Étape 06 → Notification de la requête

Une fois la liste des personnes validée, la notification « **E6** » proprement dite peut avoir lieu par l'envoi d'un message aux personnes correspondantes. Le message peut être envoyé sous la forme d'un courrier électronique incluant un formulaire pour la réponse. Comme pour le pilote, il est important de fournir aux personnes des informations synthétiques sur les projets correspondants, ainsi qu'une explication à propos de la similarité de chaque projet, tout en précisant quelles sont les caractéristiques principalement responsables de la similarité entre les projets.

Étape 07 → Envoi de feedback de la part de l'utilisateur au pilote

Avec cette explication (et une investigation complémentaire éventuelle) les personnes peuvent se positionner par rapport à la pertinence de la notification, en terme de similarité. Ces informations et d'autres constituent la réponse que l'utilisateur envoie à Galcon « **E7** ». Le message de Galcon « **E6** » peut facilement être transféré (avec une copie adressée à Galcon « **E7** » à une autre personne si le destinataire le juge utile) ; il faudra en outre préciser la raison de ce transfert, notamment si le message est utile pour lui ainsi que pour le destinataire du transfert.

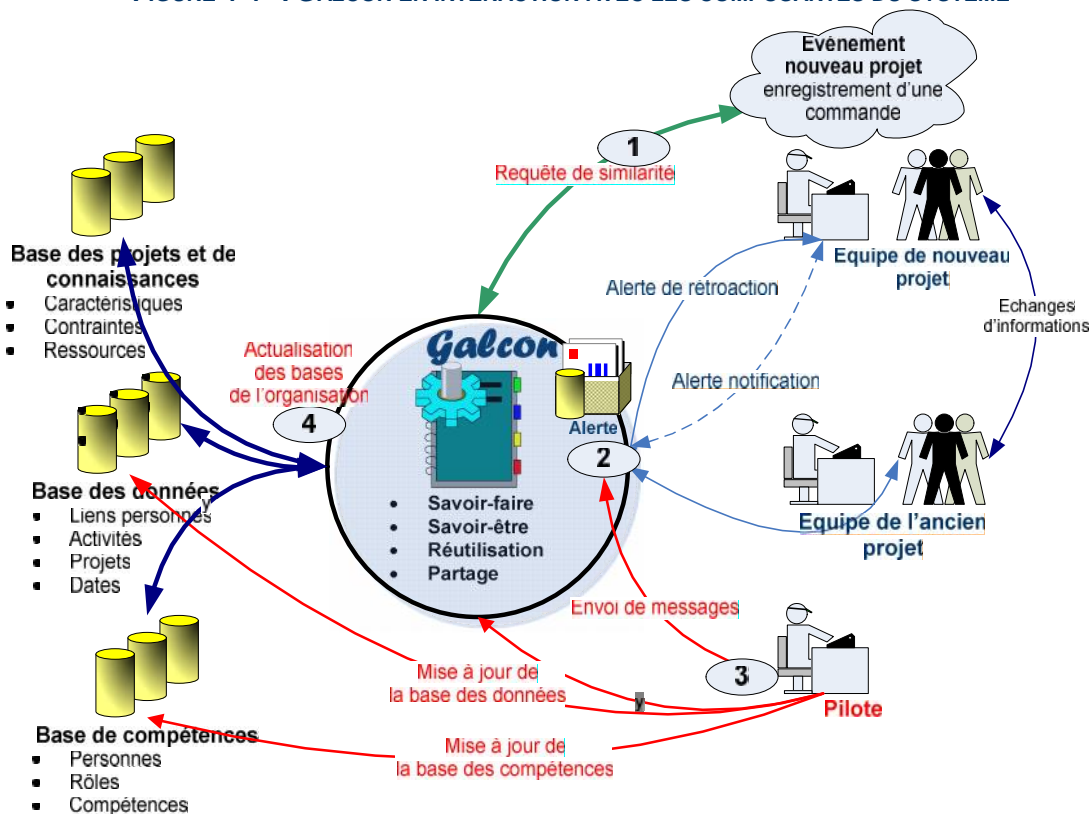
Étape 08 → analyse de feedback et le suivi de ce dernier

L'étape « **E8** » correspond à l'analyse du feed-back par le pilote. Ceci lui permet d'affiner éventuellement la définition des règles, tant pour la mesure de la similarité que pour la recherche de correspondance. Il permet aussi de définir, par rapport à l'action, l'utilité éventuelle de la formalisation de certaines connaissances mises en évidence par les réponses des utilisateurs.

4.3.4. LES INTERACTIONS INTER-COMPOSANTES ET INTERPERSONNELLES

Dans la figure 4-4, nous avons représenté les principaux liens qui existent entre *Galcon*, les personnes et les outils existants du système d'informations. Le connecteur avec la couleur verte représente l'enclenchement d'une nouvelle requête. En fait, cette requête peut concerner un événement (une nouvelle commande) déjà enregistrée dans la plateforme de gestion de projet de l'entreprise, ce qui constitue une étape normale dans le processus de réalisation d'un projet dans l'entreprise. *Galcon* étant supposé être lié à la base de l'outil de gestion de projet, il peut observer l'événement d'ajout ou de suppression de cet événement.

FIGURE 4-4 : GALCON EN INTERACTION AVEC LES COMPOSANTES DU SYSTÈME



4.4. EXPLOITATION DES ÉCHANGES ET UTILITÉS DE LA RÉTROACTION

La rétroaction (feed-back) est la seule tâche ajoutée aux personnes. Elle s'inscrit concrètement dans les tâches des projets en cours et n'implique que les personnes concernées (qui sont notifiées). Dans le meilleur des cas (si la notification est pertinente) cette tâche se situe après avoir bénéficié effectivement de l'outil dans l'action (ce qui permet de faire l'action mieux ou plus vite) et sinon, dans le cas où la notification n'est pas pertinente, leur réponse est utile pour améliorer la pertinence des notifications qu'ils recevront ensuite.

L'utilité de la base rétroactive est multiple. Trois arguments qui nous paraissent pertinents à cet égard :

- Tout d'abord, les réponses fournies sont utiles, car elles permettent de connaître la pertinence des notifications effectuées, dans un but de suivi des règles internes d'évaluation de la similarité, les règles en question pouvant alors être confirmées ou remises en cause. Le suivi est aussi important pour garantir une efficacité satisfaisante du système.
- La rétroaction des utilisateurs permet également d'avoir un suivi de la performance du système ou du modèle proposé. Il s'agit d'un point essentiel pour assurer une bonne acceptation du modèle tant par les utilisateurs que par les équipes dirigeantes.

- La troisième utilité est de pouvoir cartographier les domaines de connaissances effectivement traités par le système, d'étudier comment les échanges ont eu lieu à travers l'organisation, et d'en tirer les conséquences éventuelles sur les démarches de formalisation ou autres évolutions du système.

Enfin, les réponses pourraient être utilisées pour adapter le comportement du modèle en fonction des utilisateurs. Cet aspect ne fait pas partie des fonctionnalités de départ mais les informations nécessaires devront être prévues pour une extension future.

4.4.1. CLASSIFICATION DES DONNÉES UTILISÉES

Il est essentiel de classer le flot de données manipulées pour mieux faire fonctionner le modèle. A cet effet, nous regroupons ces données en quatre familles:

1. **Des données existantes** dans l'entreprise qui devront être réutilisées directement. Ces données sont utilisées pour évaluer l'événement déclencheur qui est la condition de similarité des situations de réutilisation.
2. **Des métadonnées** qui servent essentiellement à typer les données présentes dans le système d'information de l'entreprise afin de les caractériser au sein de l'infrastructure.
3. **Des données propres** qui se présentent comme des données qui vont servir à définir le comportement et le rôle à jouer par des règles de notification par rapport à une tâche donnée.
4. **Des données d'historisation** qui vont servir à tracer les règles des notifications effectuées, les réponses des utilisateurs et leur exploitation.

4.4.2. DÉFINITION DES RÈGLES DE NOTIFICATION

Les règles de notification sont définies par le pilote parce qu'il est le seul qui a la charge d'orchestrer l'échange d'informations entre les différents acteurs. Chaque règle est exécutable de manière autonome, c'est-à-dire que la modification d'une règle n'influe pas sur les autres règles de notification, ce qui permet de définir les règles de notification petit à petit.

L'événement (enclenchement d'une requête) correspond pour notre modèle à une étape exceptionnelle (le début) dans le déroulement d'une tâche correspondant à un processus de réalisation d'un projet. Cet événement est identifié par l'ajout ou la modification d'une donnée dans la base de connaissances. La condition est l'existence de projets passés possédant des caractéristiques similaires à un projet en cours concerné par l'événement. L'action est la notification des personnes concernées par l'opportunité potentielle de réutilisation de connaissances.

A chaque modification d'une règle de notification, celle-ci est désactivée et une autre sera créée. Le but de l'opération est de garder un historique dans la base transactionnelle. Une fois la définition d'une règle effectuée, une procédure est exécutée avant d'activer la règle; cette procédure réalise les opérations importantes pour le suivi des règles:

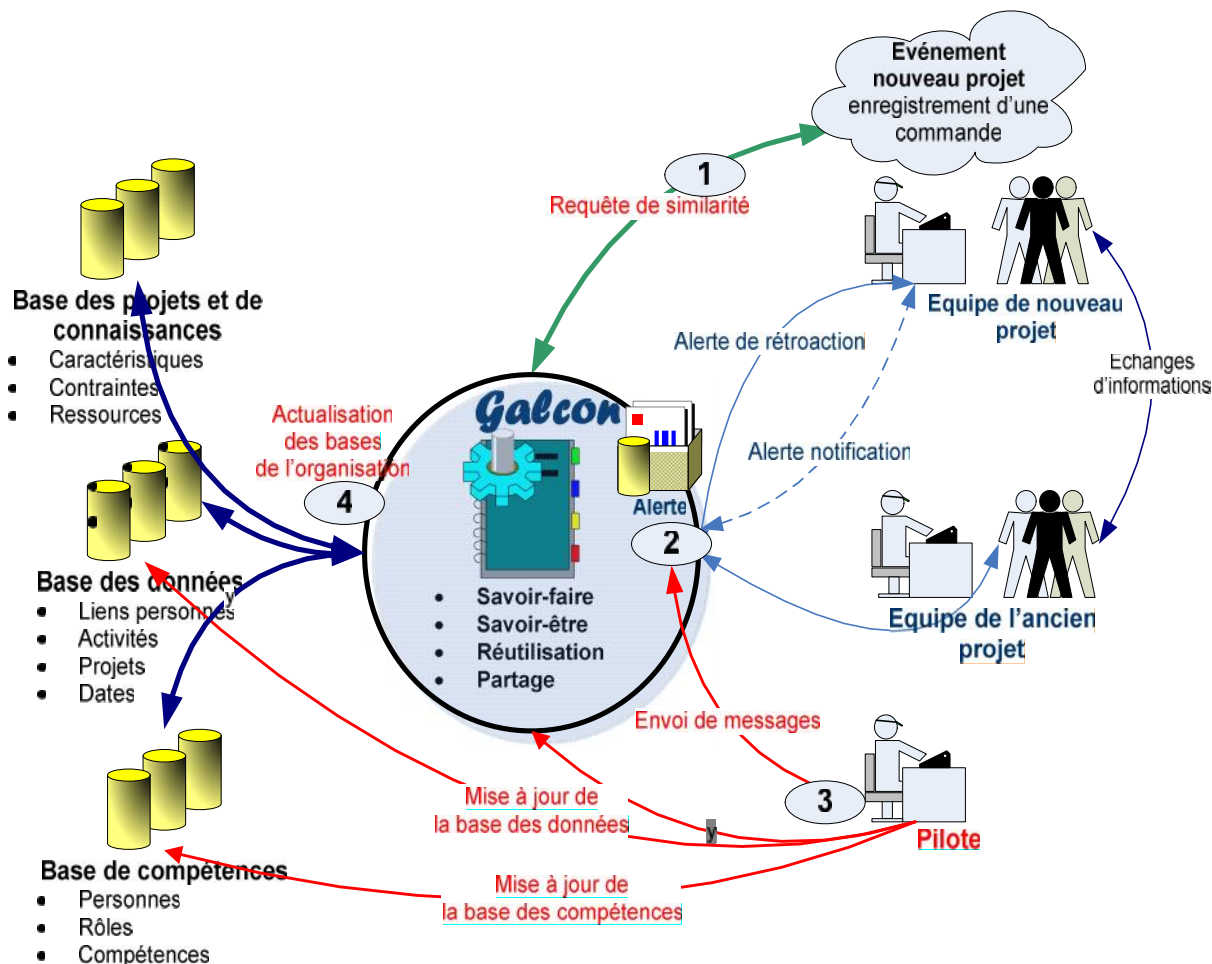
- Génération du code SQL³⁴ pour la détection de l'événement, le calcul de la similarité et la recherche de correspondance.
- Création de l'historique des données utilisées pour la détection de l'événement, ce qui permet de détecter l'événement déclencheur de la règle par différence.

³⁴ Code SQL : code pour la règle « R » est généré automatiquement en tenant compte des attributs du SI choisis pour cette règle « R », des poids, etc.

4.4.3. DONNÉES DÉFINISSANT LES RÈGLES DE NOTIFICATION

Les règles de notification sont définies par un certain nombre de données propres à la base de données. Ces règles sont fixées par le gestionnaire de la base de données (DBA) et les données reliées à la définition du schéma des bases de données à travers des liens associatifs qui doivent être connectés à l'entité mère. La condition sine qua non pour que la règle de notification soit exécutée est qu'un événement survienne de l'extérieur pour déclencher le processus Galcon, cf. la figure 4-5.

FIGURE 4-5 : INTERACTIONS POUR LA DÉFINITION DES RÈGLES DE NOTIFICATION

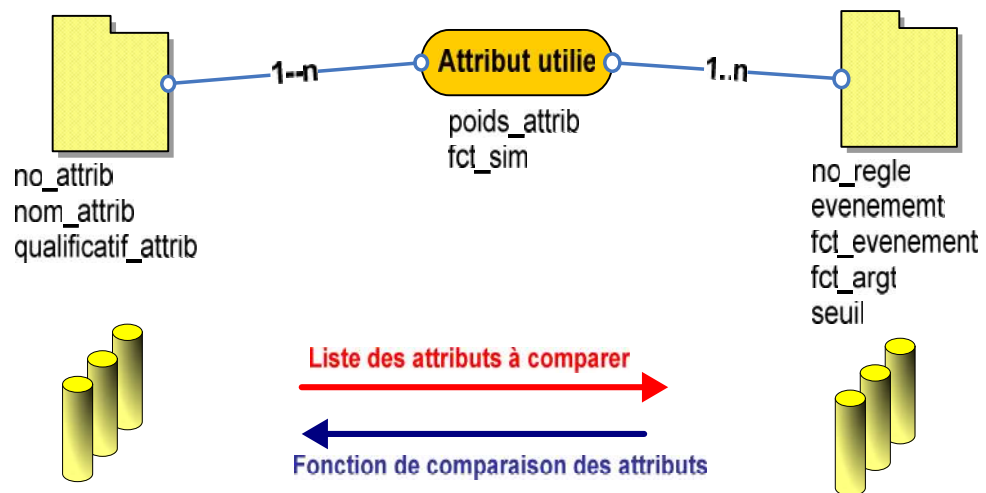


Les autres composantes internes du système ne font que vérifier s'il y a similarité ou pas. Si c'est le cas, un échange des messages de notification et de rétroaction se met en marche afin de tracer les scénarios des opérations qui se sont exécutées, c'est-à-dire d'historiser les événements passés. Nous allons donner une description sommaire des spécifications de l'événement et de sa reconnaissance.

Événement déclencheur de la règle :

Cet événement correspond à l'ajout ou la modification d'une occurrence dans une table. Pour le reconnaître, il faut surveiller son occurrence à travers un processus de comparaison entre l'état actuel de la table et l'état de la table lors de la précédente comparaison. Pour détecter cet événement déclencheur, il faut définir une copie de la table projetée sur les attributs utilisés pour l'évaluation de similarité.

FIGURE 4-6 : LES DONNÉES DES RÈGLES DE NOTIFICATION



Il faut aussi définir quelles sont les opérations (ajout et/ou modification d'un ensemble d'attributs correspondant à l'événement déclencheur. Dans le cas d'une modification, il faut également préciser quels attributs sont significatifs de l'événement.

Données utilisées pour l'évaluation de la similarité :

C'est un ensemble d'attributs du système d'information, c'est-à-dire, des données existantes dont les valeurs seront utilisées pour évaluer la similarité entre le projet en cours et les projets antérieurs. Chacun peut être éventuellement accompagné d'un poids relatif; ceci permet de donner un poids différent à chacun des attributs retenus pour calculer la similarité dans chaque règle de notification.

On doit définir un seuil de pertinence de la notification qui définit la valeur pour laquelle la similarité est considérée comme valide et doit donner lieu à des notifications. Cette valeur pourra être affinée par le pilote au fur et à mesure de l'utilisation et/ou sur propositions d'heuristiques de correction en fonction des retours (estimation de la pertinence) des utilisateurs (sur proposition à valider par le pilote pour se garantir d'une éventuelle dérive du système).

Données utilisées pour la recherche de correspondance :

S'il y a similarité, une liste d'objets sera mise à jour ou mise à disposition. Par exemple, une liste concernant les personnes à qui il convient d'adresser une notification, c'est-à-dire les personnes travaillant sur le projet en cours et celles ayant travaillé sur les projets passés. Concrètement, il s'agit de définir une requête par rapport aux informations du système d'information internes.

Dans le cas où des informations précises ne sont pas présentes dans le système d'information, la liste des personnes à qui il convient d'adresser une notification peut être définie en fonction d'un ensemble de domaines d'activités dont dépendent les personnes en question et relativement à la tâche correspondant à la règle de notification considérée.

Comme l'organisation évolue dans le temps, il faut pour cela gérer un historique des domaines d'activités de rattachement des personnes, afin de pouvoir déterminer les personnes liées à un projet, pour un domaine d'activité, en l'absence d'existence d'informations plus précises sur les interventions des personnes sur les projets. En effet, pour les personnes ayant travaillé sur l'ancien projet, c'est le rattachement au domaine d'activité à l'époque de l'ancien projet qui a pu confronter la personne à un contexte d'action similaire et pour les personnes travaillant sur le projet en cours, c'est en fonction de l'affectation en cours.

Historique des notifications, réponses et exploitation

Nous avons vu précédemment que nous utilisons les utilisateurs à qui une réponse a été notifiée pour poursuivre quatre objectifs différents contribuant à l'amélioration du modèle Galcon et de la gestion des connaissances au sein de l'organisation. Ces objectifs sont les suivants :

- Suivi des règles internes d'évaluation de la similarité,
- Évaluation du retour sur investissement du système,
- Cartographie des échanges de connaissances,
- Adaptation à l'utilisateur.

Pour pouvoir exploiter les réponses des utilisateurs il faut aussi mémoriser l'historique des notifications afin de conserver l'origine de ces réponses (historisation pour mieux tracer les événements). Afin de supporter le maximum d'échange de connaissances entre les personnes relativement à l'action, les règles peuvent être améliorées en fonction de l'analyse des réponses des utilisateurs aux notifications. Cela permet d'ajuster les poids affectés à chacune des caractéristiques utilisées par la règle pour évaluer la similarité.

Par rapport à une règle active dans le processus Galcon, nous voulons mesurer :

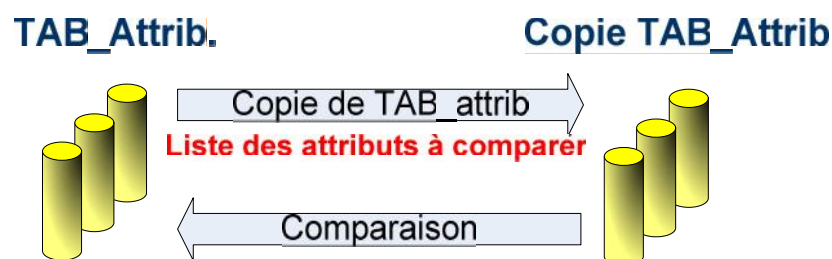
- **La pertinence** : pourcentage de notifications jugées pertinentes par les utilisateurs les ayant reçues parmi toutes les notifications effectuées.
- **Le bruit** : pourcentage de notifications jugées non pertinentes par les utilisateurs les ayant reçues.

Dans le cas d'une évolution d'une règle, nous pourrions aussi nous assurer que les notifications antérieures jugées pertinentes par les personnes sont encore identifiables par la nouvelle version de l'évaluation de la similarité.

4.4.4. FONCTION DE DÉTECTION DE L'ÉVÉNEMENT

La présence d'une différence entre la table et sa copie historique définit l'occurrence de l'événement. Pour chaque événement, nous transmettons la valeur de la clé primaire de la table correspondant à l'ensemble d'attributs modifié ou ajouté à la fonction d'évaluation de la condition de la règle de notification. Cette opération de comparaison effectuée par la fonction de détection de l'événement nécessite la présence d'un historique qui est créé au moment de la création de la règle et doit être complété à chaque exécution de la fonction de détection de l'événement. Le résultat de cette fonction est projeté sur une liste des attributs copiée comme l'illustre la figure 4-7.

FIGURE 4-7 : CRÉATION DE LA LISTE A COMPARER



Remarque

Si le résultat retourné donne une liste vide, cela signifie que l'événement n'est pas réalisé, et la condition de la règle n'est pas évaluée. Sinon, la condition est évaluée pour chacun des éléments de comparés séparément et séquentiellement.

4.4.5. FONCTION DE RECHERCHE DE CORRESPONDANCE

La recherche de correspondance consiste à définir la liste des personnes à qui il convient d'adresser une notification. Cette fonction correspond à l'exécution d'une requête définie par le pilote lors de la création de la règle de notification considérée.

Les données de correspondance sont de la forme suivante : {liste_attrib ; nom ; prénom}, où liste_attrib est l'identifiant de l'objet de référence au calcul de similarité. Dans notre modèle, le couple {nom, prénom} permet d'identifier une personne. On peut distinguer plusieurs cas en fonction des données présentes dans le système d'information interne et du choix du pilote :

- Le nom de la personne qui réalise la tâche correspondant à la règle de notification est enregistré dans l'ensemble d'attributs de référence correspondant ; c'est le cas le plus simple qui existe toutefois très souvent dans le SI pour des questions de traçabilité exigée par la qualité notamment. Dans ce cas il suffit de sélectionner directement les noms des personnes correspondantes.
- Le nom de la personne réalisant la tâche est enregistré dans un autre système, comme un outil de gestion des temps passés sur les projets, par exemple. Il faut alors faire une sélection des personnes intervenues sur les objets considérés pour la tâche correspondant à la règle de notification.

À partir de l'ensemble de valeurs de type {liste_attrib ; nom ; prénom}, et après validation du pilote, la notification proprement dite pourra avoir lieu par l'envoi d'un message à toutes les personnes contenues dans cet ensemble, ce message contenant l'explication.

L'explication est donnée pour permettre aux utilisateurs et au pilote d'analyser la similarité. En effet, la valeur de similarité agrégée n'a de sens que pour retenir un projet ou non ; pour évaluer la pertinence, les personnes doivent pouvoir accéder aux valeurs afin de se faire une idée par elles-mêmes de la similarité entre les projets proposés et le projet en cours et d'échanger des connaissances le cas échéant.

Il y a plusieurs parties dans l'explication :

- Des informations propres à la définition de la règle, définie par le pilote pour exprimer la logique qui a justifié sa création. Ceci permet notamment de situer la tâche considérée et les déterminants étudiés pour rechercher la similarité.
- Les poids des différents critères retenus.
- Les valeurs de similarité élémentaires et globale ainsi que les écarts de valeurs sont présentés de façon synthétique pour chacun des projets sous la forme suivante :

4.5. ÉTAPES DE RÉOLUTION DU PROBLÈME DANS LE CADRE DE NOTRE MODÈLE

Notre réflexion concerne essentiellement l'acquisition et l'exploitation des connaissances au cours d'une expérience et en action. Nous avons argumenté précédemment que notre choix est essentiellement centré sur deux aspects :

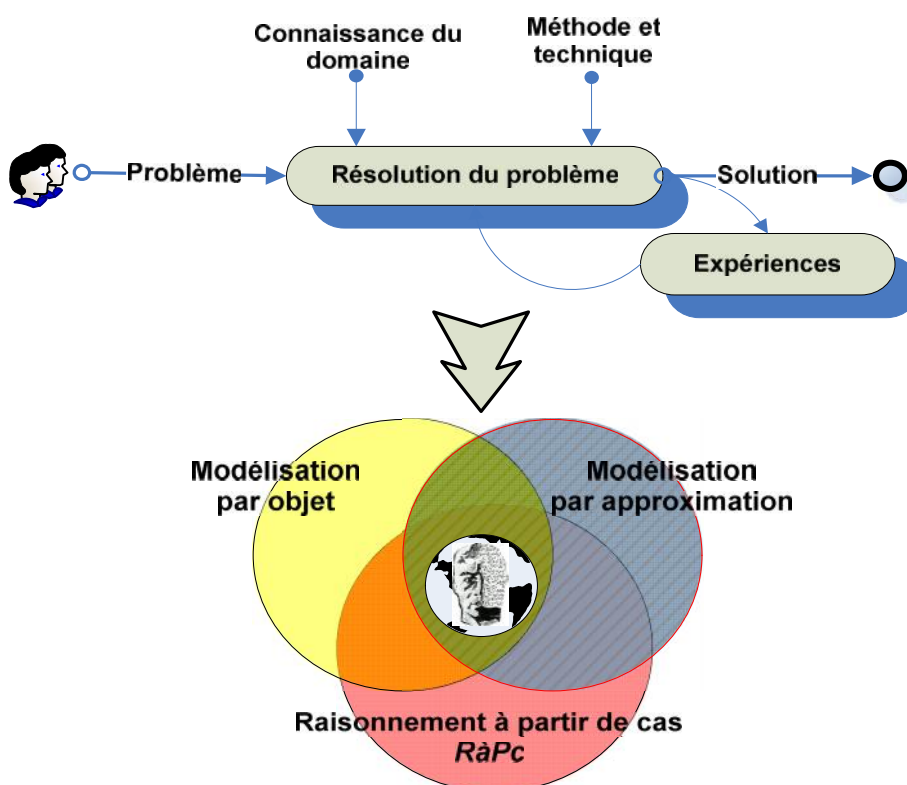
- La notion d'acquisition des connaissances métiers en modélisant les expériences vécues par les experts chercheurs ou les acteurs d'une expérience.
- L'exploitation des expériences acquises incarnées dans un référentiel peut se faire par des techniques de retour d'expériences.

En effet, dans un premier temps les connaissances métiers mémorisées sous forme d'expériences permettent de sauvegarder à la fois le contexte d'émergence de la connaissance et des informations précises sur son explicitation, cela selon le point de vue et l'expertise du chercheur. Dans un second

temps, des techniques de réutilisation d'expériences permettent d'utiliser les expériences passées afin d'aider le chercheur dans la résolution de problèmes.

Dans le premier chapitre, nous avons évoqué les principaux paradigmes de raisonnement en logique formelle et avons distingué les formes de raisonnement telles que la déduction, l'induction, et l'analogie. Le mécanisme de déduction est celui sur lequel repose la majorité des logiques, en particulier la logique de représentation d'ontologies des domaines. Le raisonnement par à partir des cas – *RàPC* – est vu dans [Haton et al., 1991] comme un cas particulier de raisonnement par analogie. L'analogie consiste à inférer des éléments concernant une situation particulière à partir des éléments connus d'une situation jugée analogue. Le *RàPC* est alors considéré comme un mode de raisonnement par analogie appliqué au sein d'un seul et même domaine, sur des situations de même nature, [Aamodt, 1994].

FIGURE 4-8 : DIFFÉRENTS FORMALISMES DE RÉOLUTION DU PROBLÈME

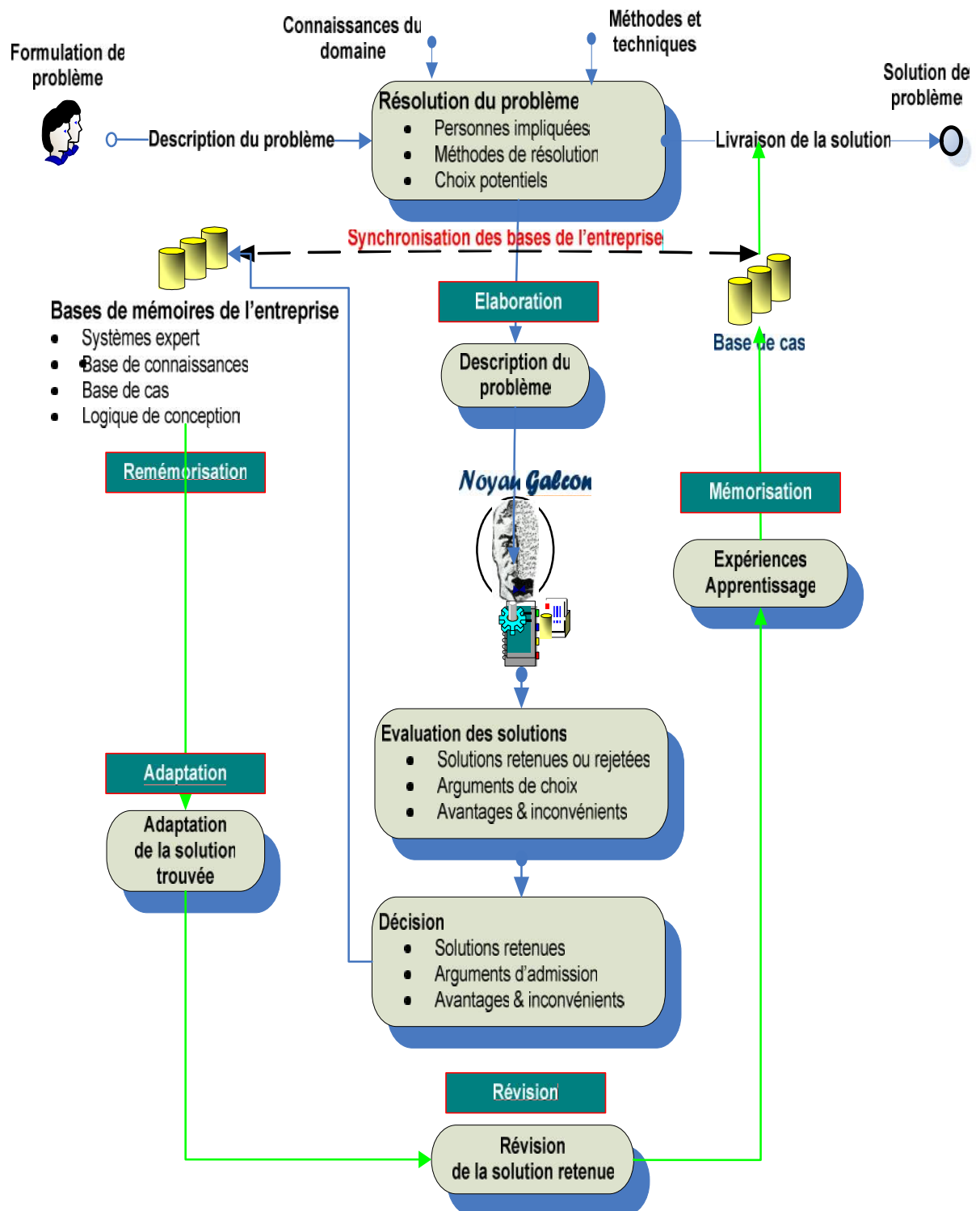


4.5.1. LE MÉCANISME *RÀPC* COMME DÉMARCHE DE RÉOLUTION DU PROBLÈME

Le *RàPC* dirigé par les connaissances est une démarche particulière du *RàPC*, décrite en premier lieu dans [Aamodt, 1990] et appliquée de nombreuses fois par la suite, dans différents formalismes. Dans cette démarche, les connaissances utiles à la mise en œuvre des étapes du cycle du *RàPC* sont décrites dans un langage de représentation des connaissances. Nous distinguons trois types de connaissances utiles au processus de *RàPC* : les connaissances liées à la base des cas, les connaissances relatives au domaine et enfin les connaissances d'adaptation.

Le modèle des connaissances du domaine est nécessaire afin de définir les notions relatives au domaine d'application que le processus de *RàPC* aura à manipuler. Il est, en effet, proche de ce que Michael M. Richter appelle le vocabulaire utilisé, [Richter, 1998]. Quant aux connaissances d'adaptation correspondent aux connaissances relatives à la similarité entre problèmes et à l'adaptation des solutions, essentielles aux étapes de remémoration et d'adaptation du *RàPC*. Dans la terminologie de [Richter, 1998], le modèle de connaissances d'adaptation se rapproche des conteneurs de connaissances relatifs aux mesures de similarité et aux transformations de solutions.

FIGURE 4-9 : ETAPES DU RÀPC DIRIGÉ PAR LES CONNAISSANCES



La figure 4.9 résume le cycle du RàPC selon l'approche considérée. Les différentes opérations de ce cycle reposent sur des connaissances décrites au sein d'une base de cas, d'un modèle des connaissances du domaine et d'un modèle des connaissances d'adaptation. L'illustration ci-dessus montre le flux circulant dans le modèle proposé. Nous donnons ici une description succincte des différentes étapes de la démarche qui sera appliquée à notre modèle :

L'ÉLABORATION.

C'est l'étape où la représentation du problème est construite. Il s'agit ici d'aider l'utilisateur à formuler le problème de façon à ce qu'il soit contrôlable par le processus. Les connaissances du domaine fournissent ici un cadre pour cette description. Par ailleurs, des informations supplémentaires, venant s'ajouter à la description du problème, pourront être inférées lors de cette étape, à partir des connaissances du domaine.

LA REMÉMORATION.

La remémoration a pour rôle de retrouver, au sein de la base de cas, un ou plusieurs cas sources réutilisables pour résoudre le problème. Cette approche est appelée aussi ; remémoration guidée par l'adaptation. Celle-ci repose sur le principe selon lequel un cas source n'est remémoré que s'il est adaptable en une solution du problème cible. Selon cette approche, l'étape de remémoration s'appuie donc essentiellement sur les connaissances d'adaptation, qui contiennent les éléments permettant de juger de la similarité entre un problème source et le problème cible.

L'adaptation.

C'est en effet lors de cette opération qu'est construite la solution du problème. Il s'agit de réutiliser la solution du problème remémoré et de l'adapter afin qu'elle corresponde à une solution du problème. Les connaissances d'adaptation sont dans ce cadre essentielles pour déterminer les adaptations nécessaires, en fonction du cas source, du problème cible et des éléments de similarité entre et utilisés lors de la remémoration.

La révision.

La révision consiste à tester la validité de la solution construite par adaptation et éventuellement à la réparer si elle n'est pas valide. Dans le cadre du RàPC guidé par les connaissances, cette opération repose principalement sur les connaissances du domaine, qui contiennent les éléments permettant de reconnaître une solution comme valide.

La mémorisation et l'apprentissage.

Elle consiste à inclure le cas validé dans la base de cas pour une éventuelle utilisation future. L'autre forme d'apprentissage consiste à extraire de nouvelles connaissances, de domaine ou d'adaptation, à partir de l'épisode de résolution de problèmes ayant mené à la solution.

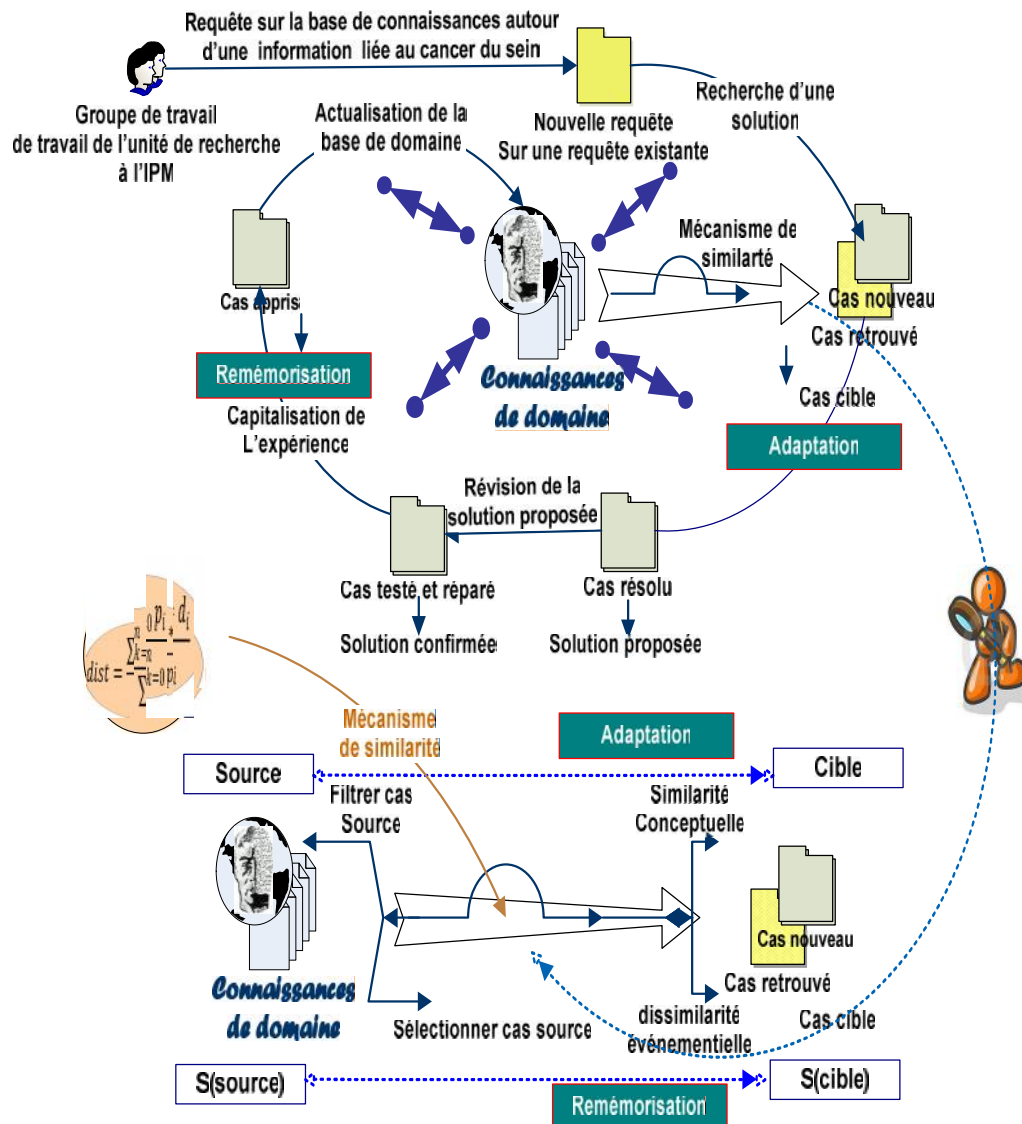
Nous nous plaçons plus particulièrement dans le cadre de la résolution de problèmes, où le RàPC se définit comme le processus permettant de résoudre un problème cible en réutilisant et en adaptant les solutions connues de problèmes sources similaires.

4.6. POSITION DU MÉCANISME RÀPC DANS LE MODÈLE GALCON

L'idée de notre modèle est de construire un portail dédié à la diffusion de connaissances et de services utiles à une communauté de pratique afin de leur fournir un accès intelligent à des ressources en s'appuyant sur les ontologies de domaine et sur les mécanismes de raisonnement, RàPC. Dans le cadre de notre travail, il s'agit de construire une architecture permettant aux experts d'une organisation de disposer des connaissances contenues dans les bases de connaissances.

Dans le cadre de l'expérimentation à l'IPM, nous cherchons d'apporter, à la communauté de pratique en cancérologie par le biais de leurs référentiels expérimentaux, un support métrologique pour réutiliser et ré-exploiter des connaissances et des informations utiles à leurs projets en cours dans l'objectif de prendre des décisions autour d'une expérimentation. La figure 4-10 une vue globale de l'idée de notre modèle.

FIGURE 4-10: RÉUTILISATION DE CONNAISSANCES BASÉE SUR LE MÉCANISME RÀPC



Les détails de chaque composant seront abordés dans le chapitre suivant.

4.7. RECHERCHE DE PROBLÈMES SIMILAIRES

L'étape de recherche du cas source le plus similaire au cas cible est une étape importante dans le cycle de raisonnement à partir de cas. En effet, le cas issu de cette recherche sera utilisé dans la suite du processus pour résoudre le cas cible. Il importe donc d'effectuer le meilleur choix possible. Pour cela, les mécanismes de sélection doivent être appropriés. Dans la littérature, la plupart des systèmes de RàPC s'appuient sur l'organisation des cas en mémoire afin d'orienter la recherche du cas source le plus similaire au cas cible. Pour cela, les techniques d'indexation permettent « d'étiqueter » les cas dans la base. Ainsi la recherche est facilitée, notamment par l'utilisation des index qui permettent d'organiser la base de cas. La création d'index est indispensable même si leurs maintenances sont très difficiles à mettre en place.

En effet, si les index ne sont pas correctement définis et mis à jour, le stockage des cas et leur réutilisation peuvent ne pas être corrects et entraîner une sélection d'un cas source qui n'est pas le plus similaire au cas cible. De plus, dans le cas de la personnalisation de l'exploitation des connaissances,

les index doivent être spécifiques à chaque utilisateur et leur gestion devient alors difficile. L'utilisation d'index peut donc être très performante mais sa mise en place est délicate.

De manière complémentaire, l'étape de recherche du raisonnement à partir de cas est généralement découpée en deux phases :

- une première phase de filtrage de la base de cas qui ne sélectionne qu'un ensemble de cas potentiellement similaires au cas cible,
- une seconde phase de sélection plus fine permet d'extraire parmi les cas issus de l'étape de filtrage le cas source le plus proche du cas cible.

Nous reprenons ces deux étapes et proposons des mécanismes propres à chacune d'elles. Cependant, le processus d'exploration récursive des cas de la base est identique pour les deux phases. Dans ce qui suit, nous allons développer ce deux processus.

4.7.1. CONSTRUCTION DE L'ESPACE D'ADAPTATION

Nous souhaitons construire un espace de recherche de la solution autour du cas source retrouvé. C'est à l'intérieur de cet espace restreint que nous pourrons ensuite trouver la solution au problème à résoudre. Afin de construire cet espace, nous considérons le cas source retrouvé et chacun des attributs qui le composent. L'espace d'adaptation pour ce cas est le produit cartésien de l'ensemble des espaces d'adaptation de ses attributs. Pour un attribut évalué du cas source, ce domaine de recherche doit comporter un ensemble de valeurs similaires à la valeur de cet attribut. Pour cela nous proposons de baser le processus de détermination des espaces d'adaptation à la fois sur la valeur des attributs, mais aussi sur les fonctions de similarité propres à chacun de ces attributs. En effet, les fonctions de similarité illustrent à quel point deux valeurs d'attribut sont similaires. Nous devons donc en tenir compte pour la construction des espaces d'adaptation. Notons que, dans le cas où un attribut du cas source n'est pas évalué, le domaine entier de cet attribut est conservé comme domaine d'adaptation.

4.7.2. SUPPORT À LA RECHERCHE D'UNE MESURE D'ADAPTABILITÉ

Nous souhaitons ici proposer une mesure permettant de caractériser la facilité d'un cas source à être adapté. En effet, celle-ci peut être un critère important pour la sélection du cas source qui devra ensuite être ré-exploité afin de résoudre le cas cible. En effet, le cas source le plus proche du cas cible n'est pas toujours le plus facile à adapter. Il apparaît souvent préférable de sélectionner un cas source a priori facilement adaptable, même s'il n'est pas le plus similaire au cas cible. La recherche guidée par l'adaptation nécessite de prendre en compte les connaissances d'adaptation durant la phase de recherche. Dans notre contexte, la facilité d'adaptation d'un cas est liée au potentiel de valeurs solutions que contient son domaine d'adaptation. Ce potentiel dépend directement de la forme de chacun des ensembles exploités pour calculer les domaines d'adaptation au niveau des attributs du cas. Nous rappelons que, pour un attribut, cet ensemble des valeurs approximatives données par la fonction de similarité. C'est donc le résultat de la projection de l'intersection de la fonction de similarité propre à cet attribut et de la valeur de celui-ci dans le cas source.

4.7.3. LE MÉCANISME DE FILTRAGE DE LA SOLUTION TROUVÉE

Le modèle que nous proposons utilise un mécanisme de filtrage qui ne fait pas appel à la notion d'index mais correspond à une sélection rapide des objets potentiellement pertinents pour la recherche de cas similaires. Notre but n'est pas de remettre en cause l'efficacité des techniques de filtrage basées sur l'indexation de cas. Nous souhaitons proposer une étape de filtrage simple à mettre en place qui exploite la modélisation que nous avons retenue pour illustrer les cas.

Le filtrage que nous projetons réaliser est basé sur la comparaison de la classe de l'objet cible. Tous les noms d'attributs de la classe source sont comparés aux noms d'attributs de la classe cible. La similarité est basée sur la valeur des poids des attributs de la classe cible : si un nom d'attribut de la classe cible se retrouve dans la classe source, la valeur de la similarité est augmentée du poids de cet attribut. Puis, la valeur de la similarité entre les deux objets est normalisée afin de pouvoir hiérarchiser les classes sources selon leur ressemblance avec la classe cible. Cela permet, le cas échéant, de

comparer des classes très différentes mais possédant en commun les attributs importants pour la recherche de l'utilisateur.

Le filtrage est basé sur la sémantique portée par les noms d'attributs. Nous faisons ici une hypothèse forte qui nécessite que le diagramme de classes soit construit en ce sens. En effet, nous proposons de comparer les noms d'attributs sans tenir compte de la classe à laquelle ils appartiennent. Cette proposition n'est pas courante mais ce choix permet de retrouver des cas pouvant avoir des structures différentes (provenir de différentes classes) et partageant les attributs importants pour l'utilisateur. En effet, ce sont les poids des attributs qui augmentent le degré de similarité entre classes.

REMARQUE

Nous souhaitons attirer l'attention sur le fait qu'une étape de filtrage ne doit pas éliminer trop de cas sources au risque de passer à côté de cas sources structurellement différents du cas cible mais pourtant proches. Il s'agit à ce niveau de trouver un compromis entre le besoin d'éliminer des cas pour optimiser la recherche et la nécessité de conserver un nombre suffisant de cas afin d'être sûr de pouvoir sélectionner ensuite le plus similaire. Notons également que le processus de filtrage que nous proposons n'est pas toujours pertinent, notamment lorsque la base de cas comporte peu de cas ou bien lorsque peu de classes forment le diagramme de classes.

4.7.4. MÉCANISME DE RÉVISION DE LA SOLUTION TROUVÉE

Cette étape est également appelée étape de réparation. Elle consiste à évaluer la solution générée par la phase d'adaptation et à en détecter les éventuelles erreurs. Face à une erreur, deux cas sont possibles :

- le système est capable de réparer l'erreur grâce aux connaissances sur le domaine,
- le système ne peut pas réparer l'erreur, l'utilisateur (expert) peut alors intervenir pour modifier la solution.

Une étape de révision automatique ou semi-automatique n'est pas toujours présente dans les systèmes de RàPC. La révision de la solution proposée peut alors être réalisée par l'utilisateur.

4.7.5. PROCESSUS D'APPRENTISSAGE

Il s'agit de mémoriser le nouveau cas : le problème et sa solution. C'est la dernière étape du cycle de RàPC. Elle est étroitement liée à la manière dont les cas sont organisés en mémoire.

De plus, plusieurs questions se posent face à un cas à retenir [Malek, 1996] :

- quelle information retenir à partir d'un cas ?
- sous quelle forme ?
- comment indexer le cas ?
- comment l'intégrer dans la structure de la mémoire ?

Il est également important de veiller à ne pas stocker des informations qui seraient inutiles ou bien redondantes par la suite. De plus, il peut être envisagé de créer une fonction d'oubli [Beauboucher, 1994] qui permettrait notamment de généraliser un ensemble de cas et de les remplacer par un modèle générique de cas.

4.7.6. CONCLUSION

Le modèle que nous avons présenté dans cette partie permet de supporter l'échange entre les différents acteurs du système d'information de l'entreprise. Il permet d'envoyer des messages aux personnes lorsqu'il détecte une similarité dans le contexte d'une tâche en cours sur un projet, ce qui indique l'opportunité d'échanger des connaissances entre des personnes dans l'entreprise. Le modèle

se base sur les données présentes dans le système d'information de l'entreprise de l'entreprise. Ceci limite beaucoup l'effort d'acquisition.

Pour l'ingénierie des connaissances, la définition de règles de notification peut être une première approche pour commencer la modélisation d'un domaine théoriquement peu formalisé. Au fur et à mesure de l'utilisation et de l'affinement des règles, on pourrait alors voir émerger des connaissances du domaine. Ce même processus de définition par affinage successif de règles de notification dans un domaine peu théorisé pourrait être utilisé pour la conception de système d'information dans un contexte de très forte variété. Ceci permettrait de faciliter l'échange d'information sans qu'il soit pour autant nécessaire de l'automatiser de façon procédurale (ce qui n'est pas forcément rentable dans un contexte de forte variété).

Enfin, notre démarche pourrait être utilisée comme levier pour faire évoluer les mentalités en suscitant la prise de conscience de l'intérêt du travail sur la connaissance dans l'entreprise et ainsi faciliter l'introduction de démarches d'innovation.

4.8. CONCLUSION DU DEUXIÈME CHAPITRE

Comme toute problématique, il est important, dans un premier temps d'explorer les approches et les outils qui s'y rattachent directement ou indirectement. Dans le contexte de nos travaux, l'exploitation de la connaissance vise essentiellement sa réutilisation, son partage et sa mise à disposition afin de rationaliser sa ré-exploitation.

Dans le deuxième chapitre, nous avons présenté les concepts théoriques du modèle proposé qui vont nous permettre de modéliser le contexte de la connaissance pour répondre à la problématique de la réutilisation et de la ré-exploitation des connaissances.

Dans la première partie, nous avons étudié les quatre piliers sur lesquels a été construit notre modèle et avons décrit les processus participant activement à son fonctionnement. Nous avons répondu à un certain nombre de questions qui se sont posées pour gérer la réutilisation de la connaissance incarnée dans la mémoire du projet de l'entreprise. Parmi ces questions, citons celle qui consiste à se demander comment on procède pour gérer l'échange entre les acteurs afin de mieux rationaliser le flux informationnel intra-entreprise ? La réponse à cette question permet de résoudre la question liée à la gestion du flux circulant entre la base de connaissances cible et source.

Les quatre principaux piliers de notre modèle et leurs interactions se présentent comme suit :

- **L'intelligence collective** - elle est générée par les acteurs de l'entreprise et leur permet de créer une synergie collective dans les meilleures conditions au sein de leur espace de travail. Cette synergie n'est que l'intelligence collective prônée par l'entreprise moderne qui conjugue les efforts et l'échange matériels et immatériels lors de la collaboration des individualités. Cette qualité d'échange permet de mieux gérer le patrimoine de connaissances capitalisées au fil du temps. On a mis en évidence trois notions synergiques à savoir : synergie positive, négative et neutre qui sont le fruit des interactions lors des différentes collaborations d'un ou des groupes d'échanges. La capitalisation lors d'une collaboration est générée grâce à l'effet de la roue de Deming. La détection des effets de la synergie collective qui n'est, en effet, que l'émergence d'un projet global dans le groupe stimulant la coopération entre les individualités.
- **Le transport de connaissances** - Il caractérise l'échange interactionnel dans un groupe lors de transmission des informations, des données et des compétences par le biais de la base de connaissances. Pour optimiser le flux informationnel dans cette base, nous avons introduit l'approche « tiré/poussé » pour supporter cet échange. La démarche du transport de connaissances « tiré » est au fond un moyen optimal qui consiste à véhiculer la masse cognitive en fournissant des méta-connaissances (existence, localisation, utilité) aux personnes en vue de favoriser des échanges de connaissances. Le fait favoriser ces échanges, la réutilisation de connaissances correspond à certaines transitions que nous avons identifiées comme contribuant à l'atteinte des objectifs de l'entreprise.

- **La similarité mathématique** - elle permet d'approfondir la notion de voie moyenne entre autonomie et hétéronomie pour déceler les éventuelles ressemblances des propriétés communes entre les données dans des bases de connaissances sources et cibles. Pour la partie hétéronomie, il s'agit de rechercher des similarités dans la description explicite des situations qui sont recensées dans une base de données. C'est donc, sur la base des fonctions des similarités existantes que nous avons proposé une fonction de similarité qui permet d'identifier les données similaires selon leur contexte et de définir la similarité des connaissances utiles pour une situation précise par rapport à d'autres situations. Cette fonction applique des règles de similarité définissant pour chaque classe de situations les caractéristiques à considérer pour la mesure de similarité.
- **La réutilisation de la connaissance** – processus permettant d'assurer la voie de la ré-exploitation de données, de connaissances et de compétences incarnées dans la mémoire de l'entreprise en créant les conditions favorables pour bénéficier de leurs réutilisation. A travers l'analyse de la réutilisation de connaissances, nous avons décrit les obstacles qui empêchent la réalisation de cette opération, cf. figure 3-4 et avons énuméré les sept obstacles qui contrent ce processus, cf. paragraphe 3.5.1. Nous avons étudié une nouvelle voie partant de l'activité pour conduire les personnes – en lien direct avec leurs préoccupations en cours – à la réutilisation de connaissances.

Dans la deuxième partie, nous avons montré les différentes facettes de l'architecture du modèle proposé afin de mettre en relief les différentes fonctions et processus qui entrent en jeu pour sa mise en œuvre. Ensuite, nous avons exposé les rouages du modèle proposé et la méthodologie suivie pour assister les experts intéressés par la gestion et la ré-exploitation de connaissances. Les intervenants potentiels qui verront l'utilité du modèle sont les experts métiers, les chercheurs scientifiques et les ingénieurs IT. Ce sont eux qui sont le plus concernés par la réutilisation de connaissances notamment celles destinées à des fins expérimentales. Ensuite, nous avons dressé les principales étapes permettant de mieux assurer l'implémentation de la démarche KM. La réussite d'une extension à une démarche KM doit s'inscrire dans un processus d'amélioration continue afin de garantir son évolution et sa pérennité.

A travers le flux d'informations internes de la démarche, nous avons décrit les événements participant au déclenchement du processus de recherche de similarité. L'activation du processus doit être suivi par le principe de notification et de rétroaction et gérée par un agent intégrateur, appelé « le pilote » ou une routine programmée pour orchestrer les opérations entre les acteurs demandant l'information et ceux qui la mettent au service de la communauté. Le pilote a, aussi, la charge de définir les règles relatives aux alertes de notifications. Chaque règle s'exécute de manière autonome et n'influence pas les autres règles. Logiquement, les règles de notification sont définies par un certain nombre d'attributs propres à la base de connaissances. Ces attributs sont reliés à la définition du schéma des bases de données à travers des liens associatifs qui doivent être connectés à l'entité mère.

L'outil proposé par le modèle Galcon doit être actif, c'est-à-dire que la recherche de cas de réutilisation n'est pas à l'initiative des personnes dans l'action. Ceci répond à la nécessité, que nous avons identifiée dans l'entreprise, de fournir des descripteurs sur les connaissances réutilisables. En effet, la facilité d'accès ne garantit pas l'usage effectif des connaissances; l'usage est conditionné par l'existence de descripteurs incarnés (ou automatisés). Si la personne ne se doute pas de l'existence d'une connaissance, elle n'ira pas la chercher, que l'accès soit facile ou non. (cf. *barrières 3 et 4, de la première partie du chapitre II*). L'objectif de Galcon est de stimuler l'échange de connaissances entre les personnes dans le but de réutiliser des connaissances lorsqu'un projet en cours pourrait réutiliser des connaissances d'un projet passé. Le modèle doit supporter la démarche tirée pour assurer le bon transport de la connaissance à ses destinataires, démarche largement utilisé dans l'industrie d'automobile.

Nous avons décrit dans cette partie un service de RàPC (raisonnement à partir de cas) permettant de résoudre les problèmes d'exploitation de connaissances par analogie. Contrairement aux approches déductives habituellement préconisées par les plateformes web, le RàPC est reconnu comme bien adapté dans des domaines incomplètement formalisés. La formalisation des connaissances utiles au RàPC selon la technologie standard offre de plus un cadre à la diffusion et à la réutilisation de

connaissances d'adaptation. L'idée principale d'utiliser le RàPC est d'intégrer ce service au sein du modèle Galcon afin de pouvoir trouver la connaissance recherchée et ensuite l'adapter selon le besoin. En finale le processus aboutit à un mécanisme de filtrage permettant de ne retenir que la connaissance répondant au mieux aux critères de similarité.

Le modèle est conçu de façon générique, indépendamment du domaine d'application, afin qu'il soit exploité dans d'autres domaines. Les propriétés génériques du notre modèle s'appuient sur la mesure de similarité. La valeur de ces mesures peuvent être exactes dans le cas d'une similarité parfaite ou floue dans le cas d'une similarité relative. La relativité dépend du contexte de la création de la connaissance, du point de vue de l'expert et de la valeur de pondération octroyée par ce dernier aux différents descripteurs résidents dans la base de connaissances (référentiels).

Dans le chapitre suivant, nous reviendrons sur ces notions pour traiter le cas d'application au sein de l'Institut Pasteur au Maroc. Ce cas d'application intervient dans le domaine d'oncoviologie, domaine de recherche réalisée conjointement par l'unité de cancérologie et de virologie sur les facteurs provoquant le cancer du sein. Ce type de recherche fait appel à une grande expertise et nous souhaitons, par l'intermédiaire de nos propositions, épauler les experts (chercheurs) de ces unités à formaliser et à capitaliser leurs expériences de recherche dans ce type pathologie afin de les partager avec d'autres experts. Le but est de vérifier nos propositions sur la base d'adaptation du raisonnement à partir de cas à la capitalisation et à la réutilisation des connaissances provenant de différents experts.

Troisième chapitre :

Application du modèle à un cas concret

5. EXPÉRIMENTATION DU MODÈLE : CAS DE L'INSTITUT PASTEUR MAROC

Le KM consiste à acquérir et à représenter les connaissances utiles à un domaine, une tâche ou une organisation particulière dans le but d'en favoriser l'accès, la réutilisation et l'évolution [Dieng et al., 2000]. Ayant détecté les connaissances cruciales et les besoins, il revient, donc, à construire, maintenir et faire évoluer une représentation explicite de ces connaissances (appelée mémoire d'entreprise, [Dieng et al., 2000]). Il s'agit ensuite de fournir un accès à ces connaissances, c'est-à-dire de les diffuser dans le but d'en permettre une utilisation efficace ou une ré-exploitation future.

5.1. GESTION DES CONNAISSANCES DANS LE CONTEXTE CLINIQUE EN MÉDECINE

Nous nous intéressons plus particulièrement ici à la mise en œuvre de connaissances utiles à la réutilisation dans le domaine de la recherche médicale afin d'en fournir un accès intelligent et rationnel à la mémoire de l'entreprise. L'expérimentation de notre proposition au sein de l'Institut Pasteur de Casablanca, au Maroc, consiste à mettre en place un modèle permettant la ré-exploitation des résultats liés à une expérience de recherche dans une thématique médicale donnée. Le modèle que nous proposons est sensé permettre aux chercheurs de ré-exploiter les processus et les synthèses contenus dans un référentiel de recherche génétique liée à la cancérologie. Bien évidemment, il faut que la réutilisation de ces informations vérifie la corrélation des résultats obtenus au laboratoire, comme les synthèses réalisées aux laboratoires de virologie et de cancérologie.

La proposition d'un modèle expérimental a été construite sur la base de plusieurs entrevues et workshops où plusieurs questions ont été mises en avant sur le plan organisationnel et opérationnel au sujet de la gestion de connaissance au sein de l'Institut Pasteur de Casablanca, au Maroc, tout particulièrement dans son département d'oncologie. Une grande partie des composantes du modèle ont été retenues lors de ces workshops sur cette thématique de recherche. Nous rappelons que chaque thématique de recherche au sein de l'Institut a ses propres modes de traitement des données et ses propres descripteurs³⁵ utiles pour construire son propre référentiel. Le modèle proposée doit être générique et en mesure de supporter des extensions futures afin de partager les descripteurs d'une thématique avec une autre.

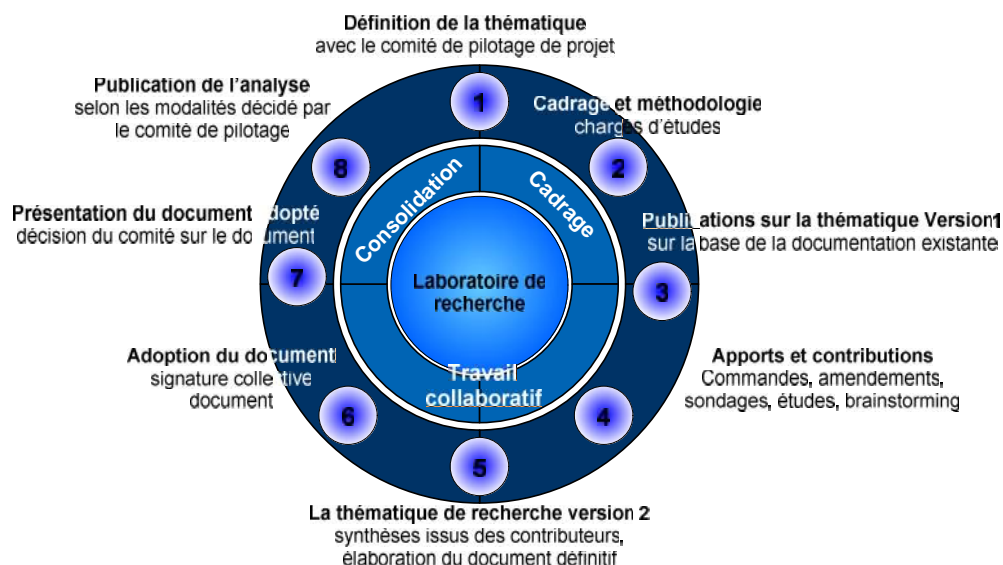
Pour d'avoir une vue globale sur les différents descripteurs, une démarche exploratrice a été requise pour les dénombrer. Le but attendu de l'opération est de mettre en évidence les descripteurs pertinents pour établir les relations de similarité entre les connaissances cibles et sources dans un référentiel. Ce dernier renferme un ensemble de synthèses relatif à une thématique de recherche donnée. Le cycle de construction d'une synthèse d'un projet de recherche au sein de l'IPM suit une procédure standardisée qui est proche de la présentation de la figure 5-1. Nous avons repris ces standards d'un référentiel d'usage afin d'extraire les règles de gestion pour construire notre modèle.

Avant d'aborder les détails de l'expérimentation, nous présentons quelques éléments qui participent à la construction des fondamentaux de la gestion de projet d'une thématique de recherche au sein de l'IPM. La figure 5-1 montre les étapes par lesquelles doit transiter un projet de recherche relatif à une thématique donnée. Ce cheminement est indispensable pour la valider et aussi pour obtenir des soutiens financiers tant en interne qu'en externe à l'IPM. Les informations dégagées de cette exploration vont nous être utiles pour modéliser l'aspect fonctionnel des unités de recherche dans le but de construire les liens rationnels entre elles pour mieux exploiter le processus de réutilisation des ressources d'un projet. L'exploitation d'une synthèse de recherche ou une partie de celle-ci est prévue, généralement, pour des exploitations diverses et variées comme :

- La demande de financement d'un projet auprès d'une institution ou d'une fondation,
- La réutilisation des résultats de recherche pour une formation sur thématique de recherche,
- La publication de la synthèse et les résultats sur une thématique de recherche.

³⁵ Descripteurs : mots clés utilisés en vocabulaire contrôlé peuvent être remplacés par un mot clé abstrait ou un groupe de mots conceptuels, ou expressions pour accéder à une information.

FIGURE 5-1 : CONSTRUCTION D'UN RÉFÉRENTIEL D'UNE SYNTHÈSE DE RECHERCHE A L'IPM

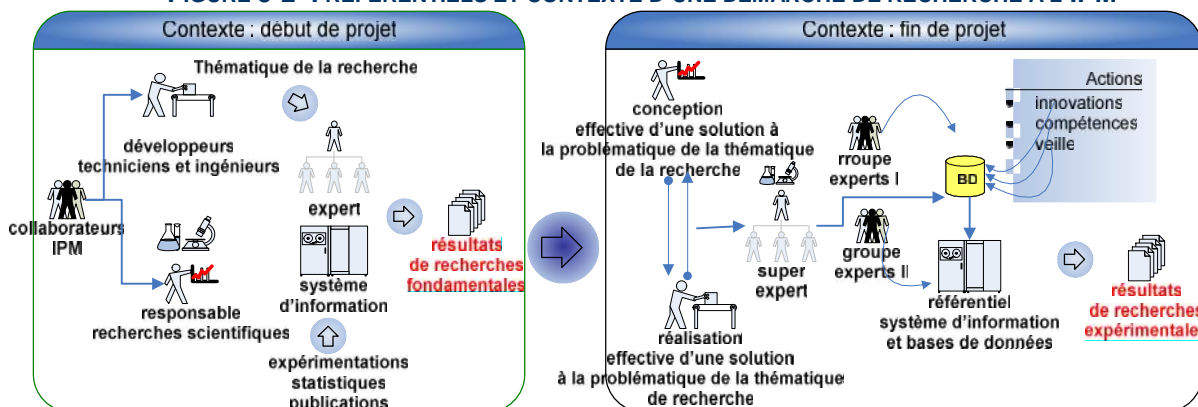


Source: Système IT de l'Institut Pasteur Maroc

5.2. GESTION DES RÉFÉRENTIELS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE À L'IPM

Le flux informationnel représenté par la figure 5-2 montre les contextes dans lesquels se situent les projets d'expérimentation scientifique au sein de l'IPM. Toutes les transitions entre le début d'un projet et sa fin sont stockées dans un **référentiel**³⁶. La typologie des informations incarnées dans le référentiel est spécifique à un projet de recherche qui peut concerner, par exemple, son état d'avancement, des informations sur les personnes en tant patient et des personnes ayant collaboré à une thématique données.

FIGURE 5-2 : RÉFÉRENTIELS ET CONTEXTE D'UNE DÉMARCHE DE RECHERCHE À L'IPM



Source: Système IT de l'Institut Pasteur Maroc

5.3. RÉFÉRENTIEL DE CONNAISSANCES DÉDIÉ À LA RECHERCHE MÉDICALE À L'IPM

Dans le domaine médical, de nombreux référentiels ont été construits pour différents types de décisions (diagnostic, traitement, surveillance post-thérapeutique, inclusion de patient dans les protocoles d'essais thérapeutiques, etc.). Dans le cas de l'IPM, les référentiels sont indispensables pour établir de la recherche expérimentale et des essais thérapeutiques dans la thématique d'oncologie pour différentes localisations cancéreuses (sein, prostate, colon, etc.). Les référentiels sont édités et diffusés par le réseau de santé de l'IPM pour d'autres laboratoires de recherche. À l'heure actuelle dans le

³⁶ Référentiel est synonyme d'une base de connaissances.

contexte de l'IPM, ils sont principalement publiés sous la forme de documents électroniques. Ces documents sont généralement structurés selon les différentes disciplines impliquées dans différentes phases de la décision.

Les connaissances standard concernant la thématique en cancérologie sont contenues dans des documents construits par des experts et qui doivent évoluer au fur et à mesure des avancées de la recherche. Nous présentons, par la suite, ces documents référentiels et leur « cycle de vie », en nous concentrant en particulier sur l'utilisation qui en est faite comme support d'aide à la décision dans le cadre de la prise en charge de patients atteints de cancer de sein. Le référentiel pour le traitement de ce type de cancer est fait de sa taille et de sa complexité. Le référentiel d'une expérimentation peut contenir des descripteurs autour de la thématique de cancérologie comme :

- Des objectifs généraux et spécifiques de la recherche en cancérologie,
- Des échantillons des patients pour des besoins statistiques sur la thématique,
- Des procédures de mise en œuvre de l'expérimentation,
- Des résultats cliniques relatifs à cette expérimentation,
- Des statistiques autour de cette expérimentation.

Par exemple, le référentiel pour le traitement du cancer du sein est divisé en plusieurs parties, chacune supportant les décisions qui concernent une phase du traitement particulière, relevant de disciplines comme la chimiothérapie, la chirurgie, la radiothérapie ou l'hormonothérapie.

La gestion des connaissances doit permettre, au travers de ces documents référentiels, de pouvoir réutiliser les informations passées qui présentent des similarités avec des projets futurs et de prendre des décisions dès que possible. Ces processus ont comme finalité commune d'avoir un accès intelligent aux connaissances contenues dans ces référentiels pour des chercheurs et des médecins de niveaux d'expertise variés.

5.3.1. CYCLE DE VIE DES RÉFÉRENTIELS

Le cycle de vie d'un référentiel de la recherche fondamentale ou clinique dans la médecine dépend du formalisme utilisé pendant le processus d'élaboration d'un diagnostic sur une thématique donnée. Ce dernier doit être fondé sur les faits et se définit comme l'utilisation explicite et judicieuse des meilleures données disponibles pour la prise de décisions concernant la détermination approximative de diagnostic et les soins à prodiguer à chaque patient, une pratique d'intégration de chaque expertise clinique aux meilleures données cliniques externes issues de recherches systématiques.

5.3.2. MÉDECINE FONDÉE SUR LES FAITS

L'expertise du clinicien.

Par expertise clinique individuelle, nous entendons la compétence et le jugement que chaque clinicien acquiert par l'expérience clinique ainsi que la pratique clinique. L'expertise se manifeste de plusieurs manières, mais surtout par des diagnostics efficaces et efficients ainsi que par un discernement approfondi.

Le patient.

Ses droits et ses préférences.

Les meilleures données cliniques externes.

Par meilleures données cliniques externes, nous entendons les recherches pertinentes sur un plan clinique, souvent issues de la recherche médicale fondamentale, mais surtout des recherches cliniques sur les tests diagnostiques centrés sur le patient (y compris les examens cliniques) les plus exacts et les plus précis, sur la puissance des marqueurs pronostiques, et enfin sur l'efficacité et l'effet indésirable des schémas thérapeutiques, de réadaptation et de prévention.

5.3.3. PROCESSUS DE LA MÉDECINE FACTUELLE

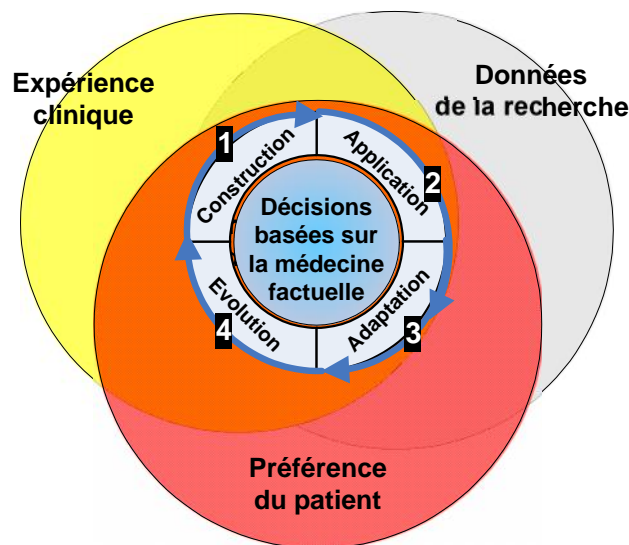
Le terme anglais EBM³⁷ est souvent utilisé dans la médecine fondée sur des preuves ou dans la médecine factuelle. Ces preuves proviennent d'études cliniques systématiques, tels que des essais contrôlés randomisés en double aveugle, des méta-analyses, éventuellement des études transversales ou de suivi bien construites. L'EBM est maintenant utilisée par des gestionnaires, des cliniciens, et ce, pour des objectifs aussi divers que le renouvellement de la pédagogie médicale.

Le processus de l'EBM ou la médecine factuelle passe obligatoirement par les étapes suivantes :

- la formulation d'une question clinique claire et précise à partir d'un problème clinique posé
- la recherche dans la littérature d'articles cliniques pertinents et appropriés sur le problème
- l'évaluation critique de la validité et de l'utilité des résultats trouvés (« niveau de preuve »)
- la mise en application des résultats de l'évaluation dans la pratique clinique pour une prise en charge personnalisée de chaque patient.

Il s'agissait-là d'une réflexion sur la formalisation de la décision médicale engagée par des cliniciens et des chercheurs dont le but premier était de faire évoluer l'apprentissage de la médecine. Un modèle visuel assez simple et pragmatique la résume cf. figure 5-3. Il concrétise bien la symbiose entre l'expérience du médecin, les données de la recherche, et les préférences du patient. Dans cette tentative de rationalisation de l'acte médical, le patient est présumé autonome et capable de prendre les décisions le concernant.

FIGURE 5-3 : CYCLE DE VIE D'UN RÉFÉRENTIEL EN MÉDECINE FACTUELLE

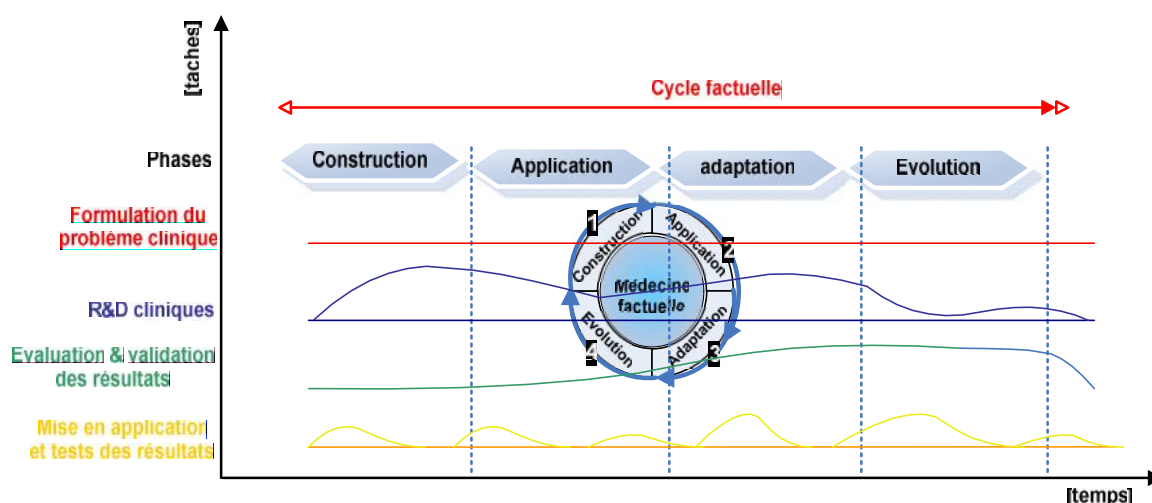


Source: *Modèle de l'Evidence-Based Medicine- EBMW*

D'un point de vue médical, il s'agit d'amener, par la diffusion des connaissances standards et actualisées, à une homogénéisation des pratiques et, ainsi, à une amélioration de la qualité des soins. Dans cette optique de l'EBM, les deux premières données ne sont en aucun cas suffisantes pour permettre une prise de décision. La discussion sur les préférences du patient fait partie intégrante du processus.

³⁷ EBM: Evidence-Based Medicine

FIGURE 5-4 : CYCLE DE VIE D'UN RÉFÉRENTIEL EN MÉDECINE FACTUELLE



Source: unité de cancérologie - Modèle de l'Evidence-Based Medicine- EBMW

Construction

Les référentiels sont construits par des experts de domaine et les spécialistes, selon les principes de la médecine factuelle. Cela signifie qu'ils contiennent les éléments permettant de prendre les décisions les mieux adaptées, selon les connaissances actuelles en médecine. En ce sens, ils peuvent être vus comme une synthèse validée de la littérature récente en cancérologie.

Application

Appliquer un référentiel consiste à établir une recommandation pour un patient particulier, en fonction de ses caractéristiques propres et selon les indications du référentiel. Un référentiel est conçu pour contenir les connaissances nécessaires à la prise de décision dans les situations les plus courantes. Son application par des médecins, experts ou non, sera ainsi possible pour une majorité de patients.

Adaptation

Les cas du cancer du sein chez l'homme ne sont pas pris en compte par le référentiel. Ces cas exceptionnels sont discutés lors de réunions de concertation pluridisciplinaires (RCP). Ces réunions regroupent des experts de différentes disciplines de la cancérologie (chimiothérapie, chirurgie, radiothérapie, hormonothérapie, etc.) dans le but de décider d'une recommandation pour les cas hors référentiel. Pour cela, les participants d'une RCP adaptent les recommandations du référentiel pour des cas similaires afin qu'elles correspondent au cas traité.

Évolution

Du fait qu'ils contiennent des éléments conformes aux connaissances standards et actuelles en recherche médicale par rapport à une thématique donnée, les référentiels sont amenés à évoluer régulièrement. Ces évolutions ont lieu au rythme d'environ deux fois par an. La première raison pour laquelle il peut être nécessaire de mettre à jour un référentiel est l'évolution du contenu du domaine d'application en question. De nouvelles techniques apparaissent régulièrement, des études remettent en cause certaines pratiques ou en favorisent de nouvelles. Les référentiels doivent être mis à jour rapidement pour prendre en compte ces nouveaux éléments. La confrontation des référentiels avec la pratique est une autre raison de l'évolution de leur contenu.

5.4. REPRÉSENTATION DU RÉFÉRENTIEL : CAS DE TRAITEMENT DU CANCER DU SEIN.

La cancérologie, comme beaucoup de domaines en médecine, implique plusieurs disciplines. Les connaissances dans ce domaine, que ce soient les connaissances contenues dans les référentiels ou les connaissances d'adaptation, combinent ainsi plusieurs aspects, plusieurs façons de voir et donc plusieurs points de vue. Chacun de ces points de vue constitue une façon propre à une discipline de représenter, d'organiser et d'utiliser ces connaissances. En effet, les chercheurs experts en oncologie ainsi que les médecins cancérologues s'appuieront sur des éléments de connaissances différents et sur différentes représentations du patient selon qu'ils s'intéressent à établir un diagnostic ou un traitement médical. Ces multiples points de vue sont d'ailleurs visibles dans la structure même des référentiels. C'est pour cette raison qu'on construit un référentiel afin de rapprocher les points de vue sur une connaissance précise en vue de la partager.

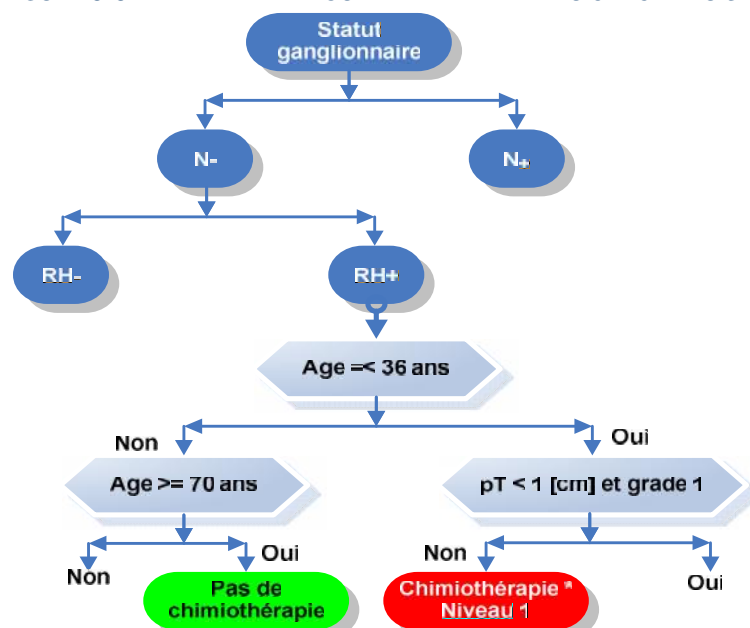
CONSTRUCTION D'UN RÉFÉRENTIEL

Le référentiel pour le traitement du cancer du sein par exemple est divisé en plusieurs parties, chacune se focalisant sur une phase de traitement particulière (diagnostic, radiothérapie, traitement et évaluation thérapeutique), impliquant une à deux disciplines de la cancérologie, parmi la chimiothérapie, la radiothérapie. Une partie définit son propre vocabulaire. Elle s'intéresse à fournir un type de recommandation particulier, dans une phase particulière de la prise en charge du patient, et n'utilise pour cela que les caractéristiques spécifiquement utiles à cette tâche. Par ailleurs, les RCP, c'est-à-dire les réunions de concertation pluridisciplinaires qui adaptent le contenu des référentiels pour les cas où leur application directe n'est pas satisfaisante, regroupent des experts de différentes disciplines. Chaque expert apporte dans ce cadre sa propre part à la solution, selon la discipline qu'il représente, et collabore avec les autres experts, d'autres disciplines, dans la construction d'une solution globale.

CAS D'APPLICATION : CANCER DE SEIN

Le référentiel pour le traitement du cancer du sein est divisé en plusieurs parties, chacune supportant les décisions qui concernent une phase du traitement particulière, relevant de disciplines comme la chimiothérapie, la chirurgie, la radiothérapie ou l'hormonothérapie. La figure 5-5 montre un cas de figure représentant la base ontologique pour la construction d'un référentiel médical lié au cancer du sein.

FIGURE 5-5 : RÉFÉRENTIEL POUR LE TRAITEMENT DU CANCER DU SEIN



Source: unité d'oncologie de l'Institut Pasteur Maroc

Un référentiel est supposé contenir toutes les informations nécessaires pour permettre à un médecin ou un chercheur de prendre les décisions les mieux adaptées dans les situations standard, c'est-à-dire les plus courantes et les plus étudiées. Dans chacune des parties structurant un référentiel, le vocabulaire nécessaire est d'abord introduit succinctement, sous une forme textuelle. La partie concernant la chimiothérapie du référentiel pour le traitement du cancer du sein indique par exemple que la « chimiothérapie de niveau 1 » est une cure de 4 à 6 séances d'injections selon les protocoles³⁸ FEC 50 ou FEC 60.

INTERPRÉTATION DU RÉFÉRENTIEL

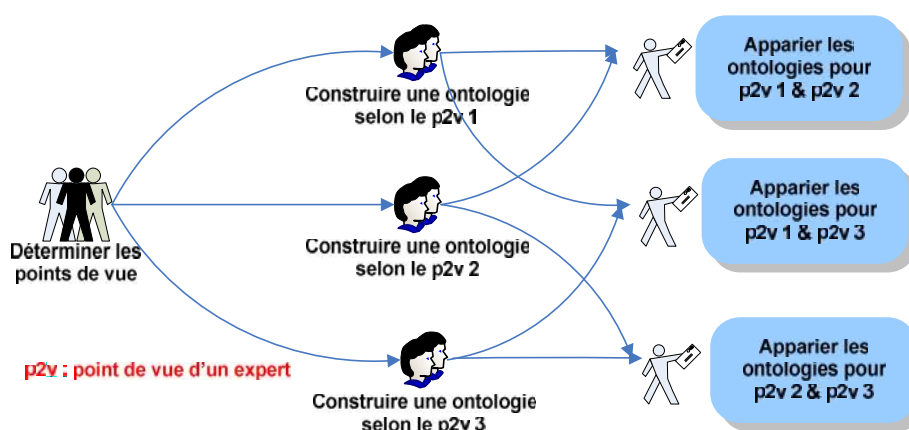
Les éléments permettant d'associer les caractéristiques d'un patient et de sa maladie aux décisions les mieux adaptées sont ensuite introduits sous la forme de diagrammes, similaires à des arbres de décision. Chaque nœud d'un tel diagramme correspond à un test, à une question, concernant une ou plusieurs caractéristiques du patient. Un arc indique la branche à suivre en fonction des valeurs des caractéristiques testées. Parcourir le diagramme à partir de la racine permet d'aboutir à un ou plusieurs nœuds (le plus souvent aux nœuds atomiques -feuilles- indiquant les décisions à prendre en fonction du chemin suivi.

Ce type de diagramme, extrait de la partie chimiothérapie du référentiel pour le traitement du cancer du sein, cf. la figure 5-6. Les caractéristiques prises en compte dans cet exemple sont: le statut ganglionnaire, positif (N+) si les ganglions sont envahis, le statut des récepteurs hormonaux (RH+ ou RH-), l'âge du patient, la taille de la tumeur (pT) et le grade de la tumeur (I, II ou III). Ce diagramme indique par exemple que pour un patient dont les ganglions ne sont pas envahis (N-), dont les récepteurs hormonaux sont positifs (RH+), d'un âge inférieur à 35 ans et avec une tumeur de plus de 1 cm ou de grade différent de I, une chimiothérapie de niveau 1 sera recommandée.

5.4.1. POINTS DE VUE DANS LE PROCESSUS D'ADAPTATION

Nous nous intéressons ici à la représentation selon plusieurs points de vue des connaissances utiles à la prise de décision en cancérologie, plus particulièrement de celles contenues dans les référentiels. La figure 5-6 montre la représentation multipoints de vue.

FIGURE 5-6 : PROCESSUS D'UNE REPRÉSENTATION MULTIPPOINTS DE VUE



5.4.2. DÉTERMINER LES POINTS DE VUE

Déterminer les points de vue peut être une tâche difficile dans certains domaines. Il s'agit de trouver des divisions élémentaires dans les connaissances du domaine, indépendantes des autres, mais

³⁸ Protocoles : En cancérologie, les protocoles correspondent à la combinaison de trois produits (fluoruracile, épirubicine et cyclophosphamide) selon des dosages particuliers.

collaborant entre elles. Ici, le référentiel est divisé en différentes parties, s'intéressant à différentes phases du traitement et impliquant différentes disciplines :

- La partie chimiothérapie qui peut être recommandée avant la chirurgie et dont l'objectif principal est de freiner et d'endiguer la progression la maladie.
- La partie chirurgie consiste à décider quel traitement chirurgical doit être employé selon les caractéristiques du patient et de sa maladie.
- La partie radiothérapie est un complément de la chirurgie dont l'objectif est de décider quelles parties de l'anatomie du patient il est utile d'irradier.
- La partie traitement thérapeutique : il peut s'agir de traitements en chimiothérapie ou en hormonothérapie.

Ces parties sont relativement indépendantes, bien qu'elles partagent certaines notions et fassent parfois référence aux décisions prises dans d'autres parties. Cette division du document est par ailleurs utilisée quotidiennement par les experts du domaine et les médecins spécialistes et apparaît comme bien adaptée à leur utilisation. Il semble donc pertinent de s'appuyer a priori sur cette organisation des connaissances pour déterminer les points de vue. Le choix aurait pu être fait de considérer la partie traitement médical comme deux points de vue différents, un pour la chimiothérapie et l'autre pour l'hormonothérapie.

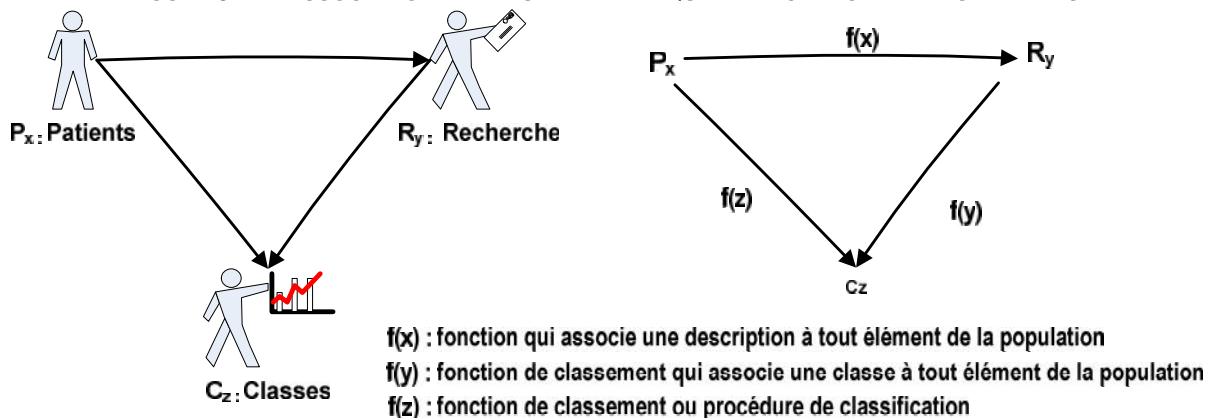
Pour l'exemple qu'on vient de présenter, on ne s'intéressera qu'à une sous-partie des connaissances contenues dans les référentiels. La représentation en est de plus simplifiée. Le traitement du cancer du sein étant un domaine particulièrement compliqué, il ne serait pas pertinent d'être complètement exhaustif et précis dans le cadre de cet exemple. Par ailleurs, il s'agit seulement ici d'illustrer la représentation de points de vue. Les éléments de décision mentionnés dans cet exemple n'ont ainsi pas tous été validés par des médecins.

5.5. PATIENTS DANS LE PROCESSUS DE RECHERCHE

Établir une synthèse de recherche médicale revient à déterminer le diagnostic chez un patient, c'est-à-dire être capable d'associer le nom d'une pathologie à un certain nombre de symptômes présentés par le patient. Si on analyse cette association, on repère trois objets essentiels: les patients, les pathologies et les symptômes.

- Les patients représentent la population à partir de laquelle on doit établir un diagnostic,
- Les symptômes représentent les descriptions qui permettent d'appréhender les patients,
- Les pathologies représentent l'ensemble qui doit permettre de classer les patients.

FIGURE 5-7 : ASSOCIATION ENTRE UNE THÉMATIQUE DE RECHERCHE ET LES PATIENTS



Source: Auteur & Système IT de l'Institut Pasteur Maroc

5.5.1. APPROXIMATION D'UNE DIAGNOSTIC

Supposons qu'il existe un classement correct, c'est-à-dire une application de l'ensemble des personnes porteuses d'une pathologie vers l'ensemble des pathologies répertoriées. Établir un diagnostic ou une recherche sur une pathologie, c'est associer la pathologie à une liste de symptômes de telle manière que cette association corresponde au classement défini ci-dessous.

- P_x , représente la population et les patients à diagnostiquer
- R_y , représente les descripteurs de la thématique de recherche
- C_z , représente les classes des pathologies possibles dans une thématique de recherche

$$f(x): P_x \Rightarrow R_y \text{ et } f(z): P_x \Rightarrow C_z$$

Dans cette association, notre modèle recherche la fonction: $f(y): P_x \Rightarrow R_y$ de manière plus réaliste de telle manière que $f(y)$ soit une bonne approximation. Une telle fonction sera appelée fonction de classement.

5.5.2. DÉTERMINATION DE LA FONCTION DE CLASSEMENT

Dans la pratique, on dispose souvent d'un ensemble d'attributs A_1, \dots, A_n logiques, symboliques ou numériques qui prennent leurs valeurs dans des domaines D_1, \dots, D_n . Décrire un élément de la population consiste alors à attribuer une valeur à chacun de ces attributs. L'espace de description

$$D = D_1 \times D_n \text{ où } D_1 \times D_n \text{ est le produit cartésien de } D.$$

Exemple d'illustration

Un patient est défini par un ensemble de symptômes et une suite de mesures, comme la tension, la température, etc.). Par ailleurs, un client est défini quant à lui par l'ensemble de données que l'on possède sur lui, comme son âge, son sexe ou sa catégorie socioprofessionnelle. La question qui se pose désormais est la suivante:

Comment exprimer le fait que « $f(y)$ o $f(x)$ » doit être une bonne approximation de $f(z)$?

La réponse évidente à cette question est double mais l'une n'exclut pas l'autre :

- On suppose l'existence d'une distribution de probabilités sur et on dit que $f(y)$ o $f(x)$ est une bonne approximation de $f(z)$, s'il est peu probable qu'elles diffèrent.
- Soient probabilisé, P la probabilité dénie sur et D discret.
 - $P(d)$: probabilité qu'un élément de ait d pour description.
 - $P(k)$: probabilité qu'un élément de soit de classe k .
 - $P(d/k)$: probabilité qu'un élément de classe k ait d pour description.
 - $P(k/d)$: probabilité qu'un élément ayant d pour description soit de classe k .

Une manière de formaliser cette approximation consiste à supposer l'existence d'une distribution de probabilité sur l'ensemble « P_x », c'est-à-dire que « $f(y)$ o $f(x)$ » est une bonne approximation de $f(z)$ s'il est peu probable que ces deux fonctions diffèrent.

$P(d)$ est la probabilité qu'un élément de P_x ait d pour descripteur, soit encore $P(d)=P(X=d)=P(x-1(d))$

- Soit $P(k)$ est la probabilité qu'un élément de P_x soit de classe k
- Soit $P(d/k)$, la probabilité qu'un élément de classe k ait d pour description,
- Soit $P(k/d)$, la probabilité qu'un élément ayant d pour descripteur soit de classe k

ÉQUATION 5-1: FORMULE DE BAYS

$$P(k / d) = \frac{P(d / k)P(k)}{P(d)}$$

Si on connaît $P(d)$, $P(k)$ et $P(d/k)$

Pour tout $d \in D$ et pour toute classe $k \in \{1, \dots, c\}$. Comment choisir la fonction C ?

Une fonction de classement correcte existe, si et seulement si la probabilité que des patients appartenant à des classes différentes tout en ayant des descriptions identiques est nulle. Autrement dit, le classement selon la formule de Bayes est nulle, c'est-à-dire $P(d/k) = 0$. Dans ce cas, on parle d'un problème déterministe, c'est-à-dire que le problème vérifie la théorie selon laquelle la succession des événements et des phénomènes est due au principe de causalité. Dans la pratique, cette succession ne se produit que rarement du fait que, d'une part, les paramètres descriptifs dont on dispose ne sont pas suffisants pour classer correctement tout, et, d'autre part, les données sont généralement inexactes. Il faut connaître les probabilités qui par nature sont difficiles à estimer.

REMARQUE

Dans les paragraphes précédents, nous avons abordé l'importance d'un diagnostic en nous référant aux théories de probabilités afin de cerner de manière approximative les causes et les effets lors d'une classification d'un diagnostic. Le but de cette explication est de mettre en évidence le rôle primordial que joue le patient dans le processus d'une recherche scientifique ou médicale. Les informations et les connaissances qui le concernent représentent le noyau fondamental de la problématique de la ré-exploitation et la réutilisation de ces mêmes connaissances.

Dans la section suivante, nous allons développer la structure organisationnelle d'un laboratoire de recherche et intégrer le patient dans le processus de l'unité de recherche afin de construire l'ontologie de domaine. Cette construction nous permettra de définir les rôles de chaque intervenant dans la construction du modèle.

5.6. ORGANISATION D'UN LABORATOIRE DE RECHERCHE À L'IPM

Nous rappelons qu'un laboratoire de recherche à l'IPM est une entité qui a pour mission de mener des recherches fondamentales sur des agents pathogènes qui touchent la santé publique. Quant à l'unité de recherche, elle a pour mission de réaliser des programmes sanitaires grâce au soutien des organismes nationaux ou internationaux. Les laboratoires dans le contexte de l'IPM représentent globalement des instituts universels comme :

- Les laboratoires internes de l'Institut qui réalisent des expérimentations pour une unité de recherche en collaboration avec d'autres unités de recherches.
- les laboratoires externes représentent les laboratoires de recherches des facultés de médecine et de la pharmacie et les laboratoires privés spécialisés.

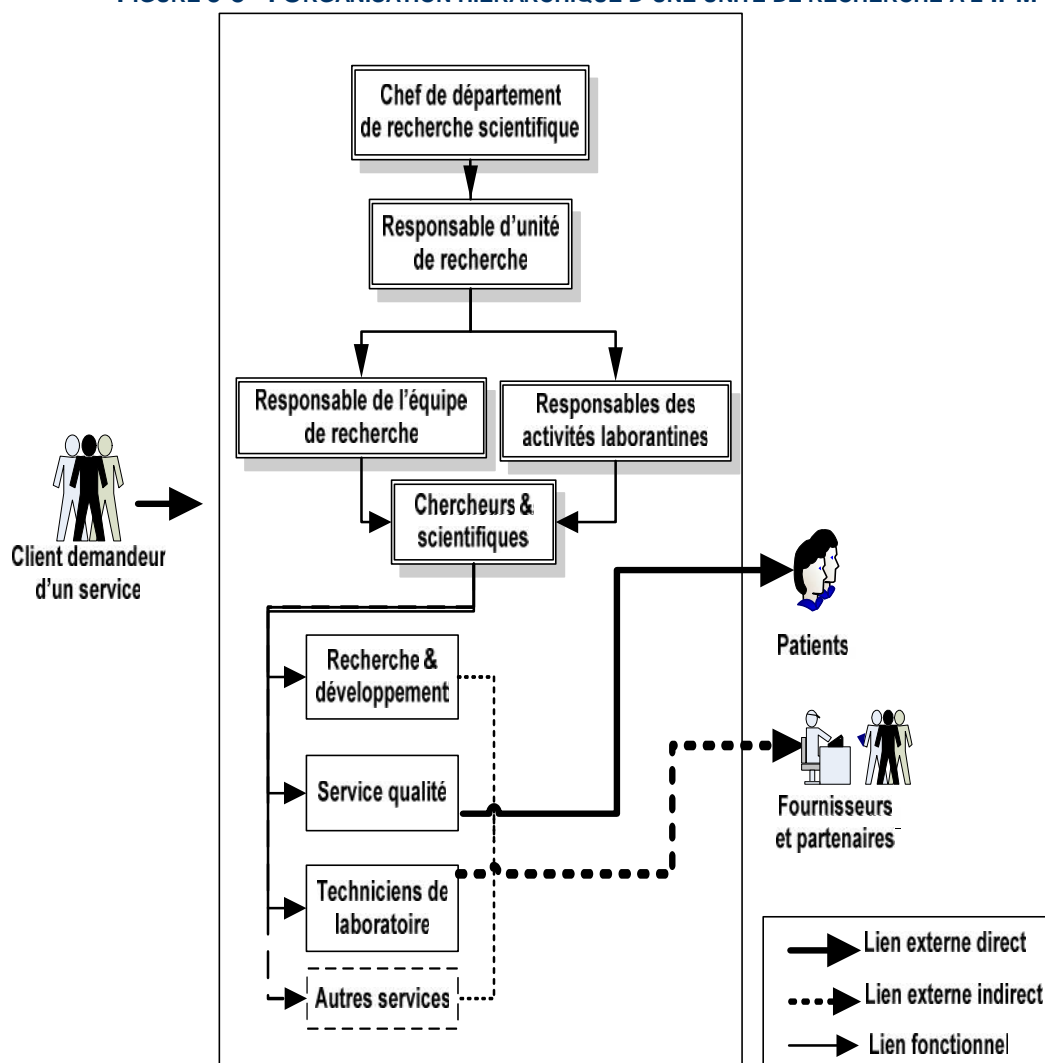
En général, un laboratoire comporte deux types d'acteurs externes :

- Les patients qui sont considérés comme des clients dans le sens administratif du terme. Ce sont des personnes qui portent une pathologie confirmée ou des sujets d'un diagnostic en cours d'exploration,
- Les partenaires représentent des entités diverses qui forment un partenariat avec l'Institut comme les laboratoires qui réalisent des analyses spécifiques à la demande.

Le patient et le partenaire externe ont tous les deux une position importante et participent à la construction du modèle Galcon. La figure 5-8 met en évidence la position des ressources impliquées dans un laboratoire de recherche. Cette structure hiérarchique nous permet, par la suite, d'identifier les

positions, les rôles et les fonctions de chaque acteur dans le processus de modélisation de l'ontologie de domaine. Cette approche de modélisation du domaine s'applique aussi à d'autres laboratoires et unités de recherche pour autant que les conditions de généralité soient remplies.

FIGURE 5-8 : ORGANISATION HIÉRARCHIQUE D'UNE UNITÉ DE RECHERCHE À L'IPM



Source: Auteur & Système IT de l'Institut Pasteur Maroc

5.7. CONSTRUCTION DE L'ONTOLOGIE DU DOMAINE DE L'IPM

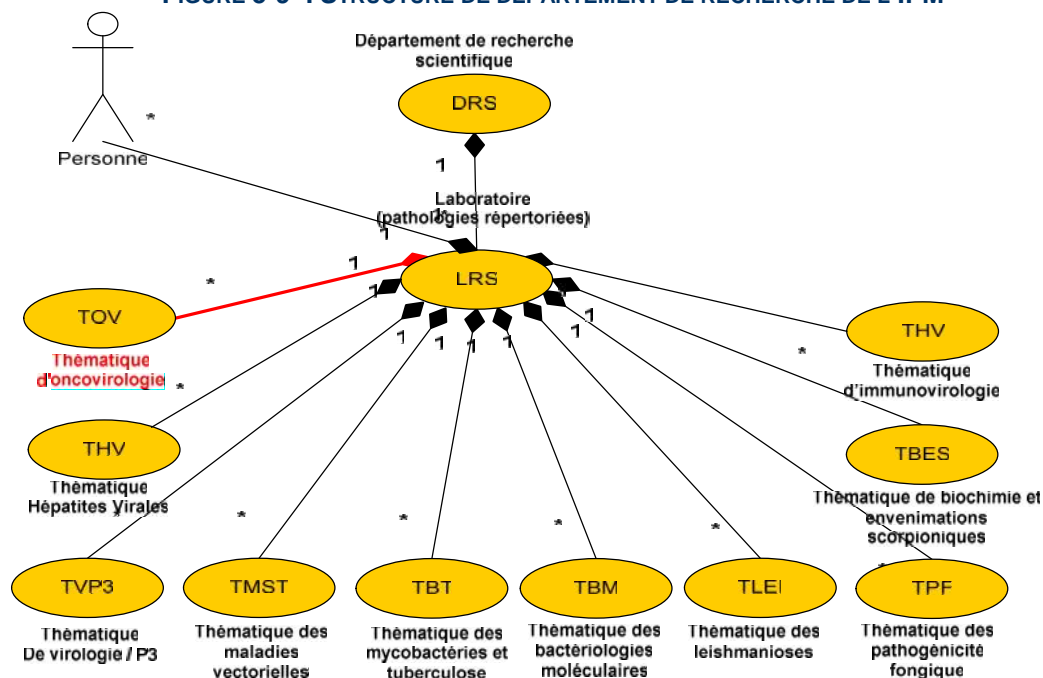
Acquérir des connaissances et en construire une représentation formelle sont des tâches complexes, nécessitant généralement l'intervention d'experts du domaine ainsi que l'aide de méthodes et d'outils facilitant la démarche de conceptualisation et d'explicitation des connaissances que cela suppose. Cette problématique est souvent considérée comme primordiale dans les domaines de l'ingénierie et de la gestion des connaissances.

De nombreuses méthodes d'acquisition et de construction de connaissances ont été proposées dans ce cadre, parmi lesquelles Common KADS [Schreiber et al., 1999] est la plus fréquemment citée. D'autres, comme On-To-Knowledge [Sure et al., 2004] ou MetodOntology [López et al., 1999], ont été plus récemment mises en œuvre afin de répondre à la problématique du développement d'ontologies dans le cadre de gestion de connaissances et la ré-exploitation de la mémoire de l'entreprise. MetodOntology est par exemple plus orientée sur la réutilisation d'ontologies existantes.

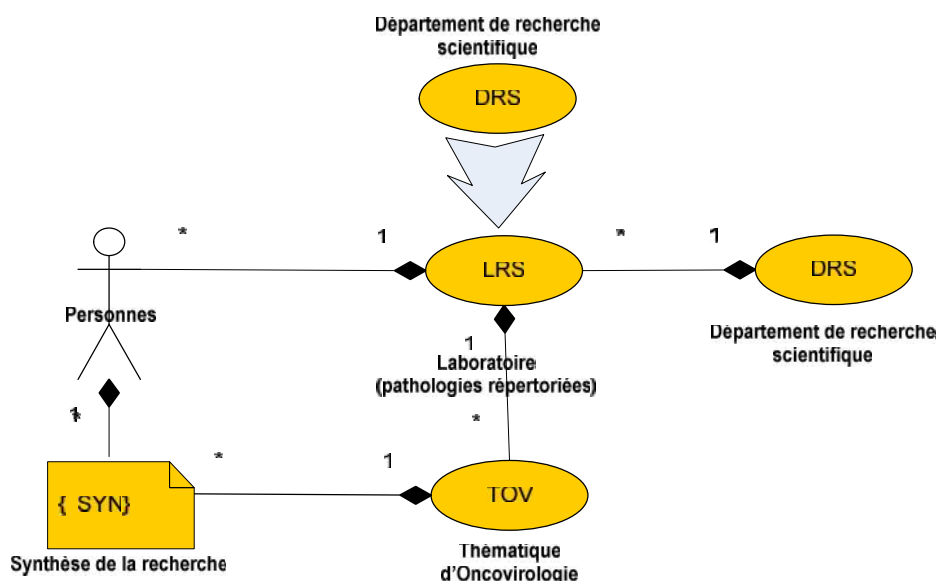
Le sens de l'ontologie du domaine coïncide avec la définition donnée par Gruber: « Une ontologie est la spécification d'une conceptualisation d'un domaine de connaissance ». Cette définition souligne implicitement que l'ontologie de la connaissance d'un domaine s'appuie sur deux dimensions :

- L'ontologie en tant que **conceptualisation** du domaine, c'est-à-dire un choix de manière de décrire le domaine, en l'occurrence, le département de recherche de l'IPM,
- La spécification de cette conceptualisation, c'est-à-dire sa description formelle.

FIGURE 5-9 : STRUCTURE DE DÉPARTEMENT DE RECHERCHE DE L'IPM



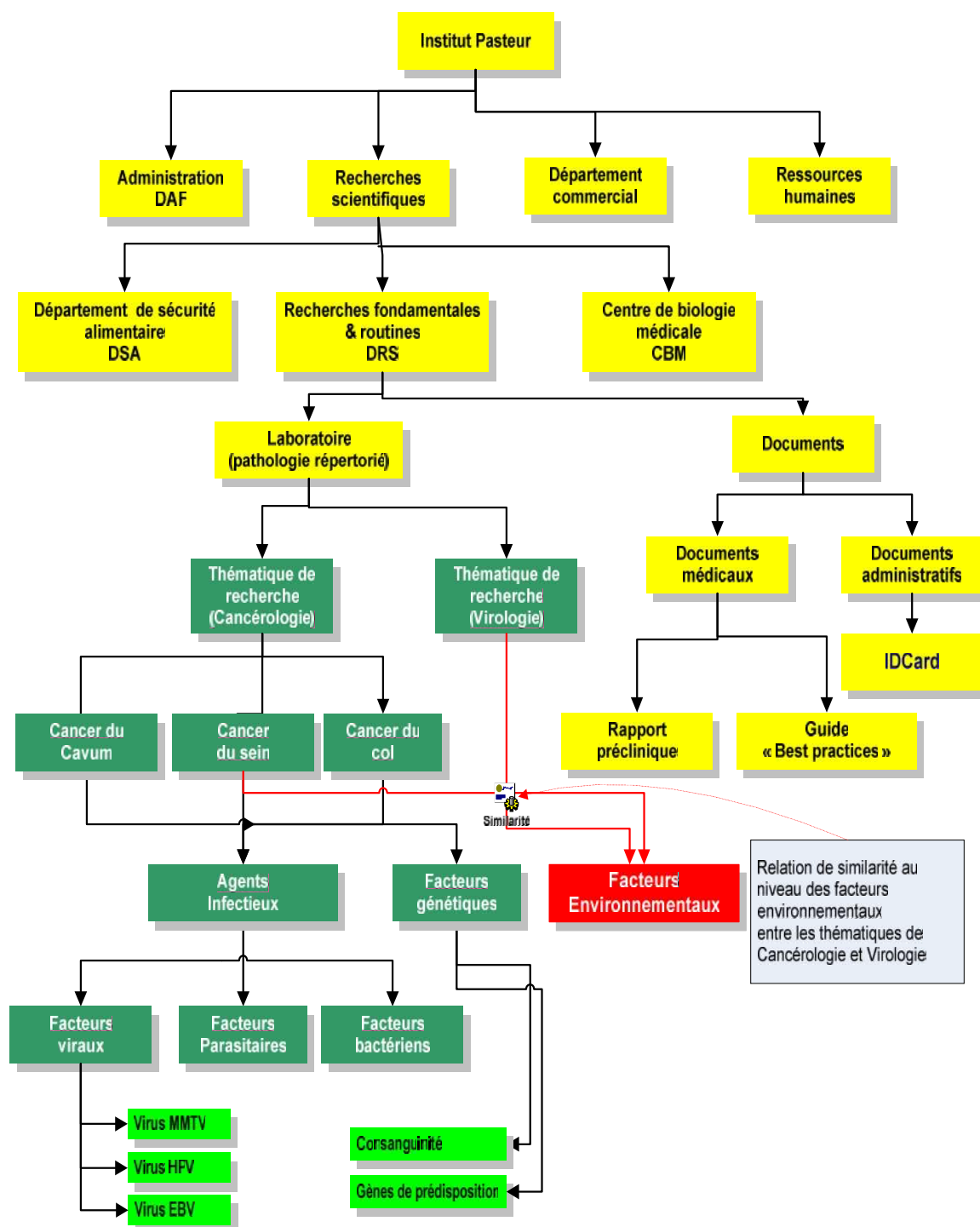
La figure 5-9 donne une vue globale de l'ontologie de domaine du département de recherche de l'IPM. On retrouve la même description dans quasiment toutes les structures organisationnelles des instituts Pasteur dans le monde. Cette description permet d'appréhender le principe de généricité et de l'appliquer à d'autres structures organisationnelles similaires. La figure ci-dessous donne une vue plus précise d'un laboratoire dépendant d'une unité de recherche comme l'oncoviropathologie. Cette structure peut être étendue à d'autres laboratoires, comme mentionné dans la figure 5-9.



5.7.1. ONTOLOGIE DE DOMAINE DE CONNAISSANCES DANS LA RECHERCHE À L'IPM

La structure de domaine présentée par la figure 5-10 montre l'existence des descripteurs indiquant des similarités entre des facteurs environnementaux liés au cancer de sein. Ces facteurs concernent les unités de recherches en oncologie et en virologie. Rappelons que les descripteurs (facteurs environnementaux) sont des données spécifiques de recherche relative à une thématique précise. Dans notre cas la recherche concerne un type de cancer réalisé par les unités d'oncologie et de virologie.

FIGURE 5-10: ONTOLOGIE DE DOMAINE DE CONNAISSANCES DANS LA RECHERCHE À L'IPM



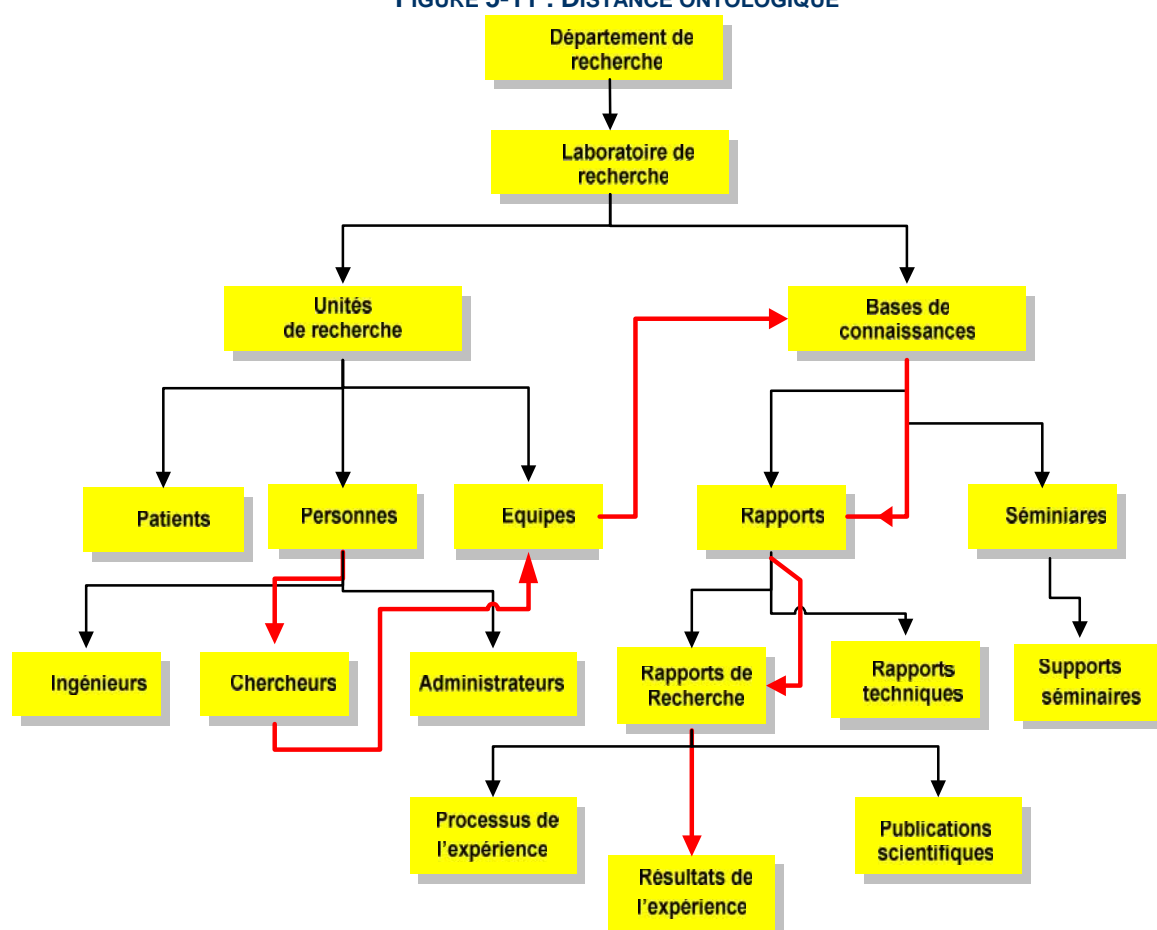
Source: Auteur & Institut Pasteur Maroc

Les éléments de connaissances peuvent être partagés par d'autres unités pour autant que les conditions de partage soient vérifiées. La définition des règles et des jeux d'accès à ces données renforce l'intégrité du modèle et préserve sa cohérence. Ainsi les collaborateurs de chacune des unités peuvent avoir un accès partiel ou total à ces données référencées par les experts de domaine (chercheur scientifique spécialisé). Cette cartographie de connaissances de domaine n'est, évidemment, que le référentiel et la base de connaissances des unités de recherches.

5.7.2. DISTANCE ONTOLOGIQUE ENTRE LA CIBLE ET LA SOURCE

Le fil rouge de la figure 5-11 montre la distance d'accès aux connaissances communes entre les unités IPM (Oncovirologie). Nous cherchons à travers cette représentation à atteindre une réponse proche d'une requête initiée par un utilisateur du laboratoire du cancerologie (personne) qui cherche des synthèses sur une expérience donnée (synthèses de la recherche). Une meilleure approximation serait donc de parcourir l'arbre du département depuis le déclencheur de l'événement jusqu'au dernier nœud. Cette distance parcourue entre la cible et la source représente pour notre cas la distance ontologique du domaine.

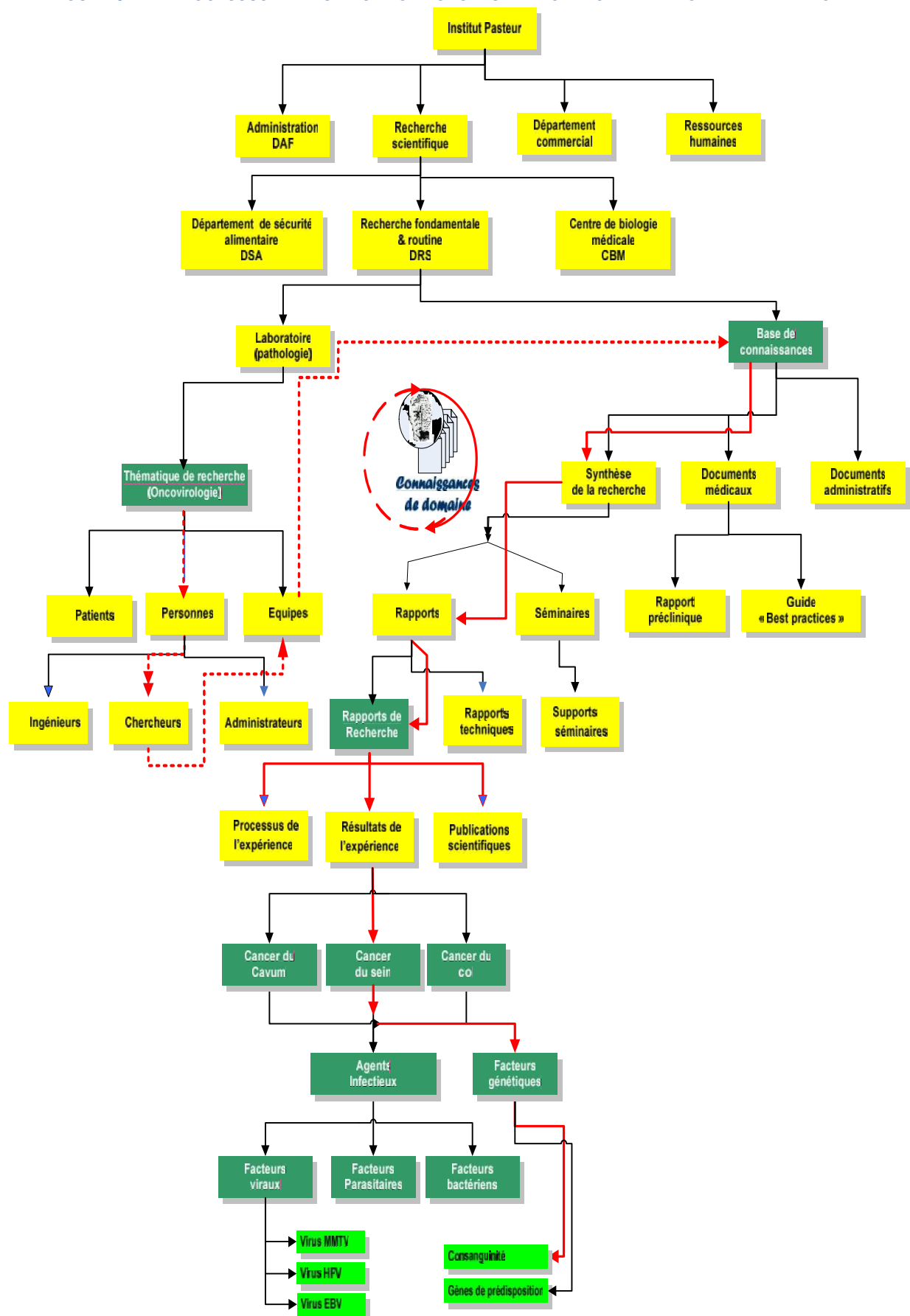
FIGURE 5-11 : DISTANCE ONTOLOGIQUE



Source: Auteur & Institut Pasteur Maroc

La figure 5-12 donne une vue globale de la fusion des ontologies du domaine des unités de recherches de l'IPM, c'est-à-dire, la jonction entre deux les entités de la cancérologie et de la virologie. Cette fusion va nous permettre de dégager les composantes abstraites du domaine à savoir les classes, les objets et les associations. Ces sont ces composantes qui vont participer à la modélisation et à la configuration de domaine. Cette fusion met en outre la distance ontologique de connaissances qui décrit la meilleure approximation d'accès à la source lorsqu'un événement de recherche de similarité est enclenché. La distance ontologique de domaine permet par la suite de mesurer le temps d'accès aux données et d'avoir un œil veillant sur la traçabilité du flux informationnel du système.

FIGURE 5-12 : PROCESSUS DE RÉUTILISATION LORS D'UNE RECHERCHE - RAPPORT D'EXPÉRIENCE



LES RÈGLES DE GESTION DE L'ONTOLOGIE DE DOMAINE DE L'IPM

Dans ce paragraphe, nous allons passer en revue les différentes composantes constituant l'ontologie de domaine d'un laboratoire de recherche de l'IPM et d'en extraire les règles de gestion qui le régissent.

En effet, un laboratoire de recherche accueille des personnes qui en sont des membres. Ils peuvent être des chercheurs, des personnels administratifs ou techniques. Les règles de gestion qui formalisent le modèle proposé se présentent comme suit :

1. Une personne peut être membre de deux laboratoires au plus.
2. Un laboratoire a un directeur de recherche qui doit être membre du laboratoire et ne peut en diriger qu'un seul.
3. Tout membre de laboratoire est décrit par son identité (nom et prénom, etc.).
4. Un coût annuel de base est alloué à chaque catégorie de personnes, chercheur, administratif, technique, etc.) ; il est partagé par tous les membres d'une même catégorie.
5. Un chercheur appartient à une et une seule catégorie.
6. Plusieurs chercheurs ont au moins une thématique de recherche sur laquelle ils travaillent.
7. Un laboratoire offre un certain nombre de ressources matérielles (ordinateurs, réseaux, accessoires de recherches).
8. Une ressource a un état ("bon", "moyen", "mauvais") et un numéro affecté à sa création (et non modifiable par la suite). Elle peut à tout instant être affectée à un ou plusieurs chercheurs (membres du laboratoire).
9. Un laboratoire regroupe plusieurs projets de recherche qui lui sont propres et auxquels des membres du laboratoire de toutes les catégories sont affectés pendant une période déterminée et selon un certain pourcentage.

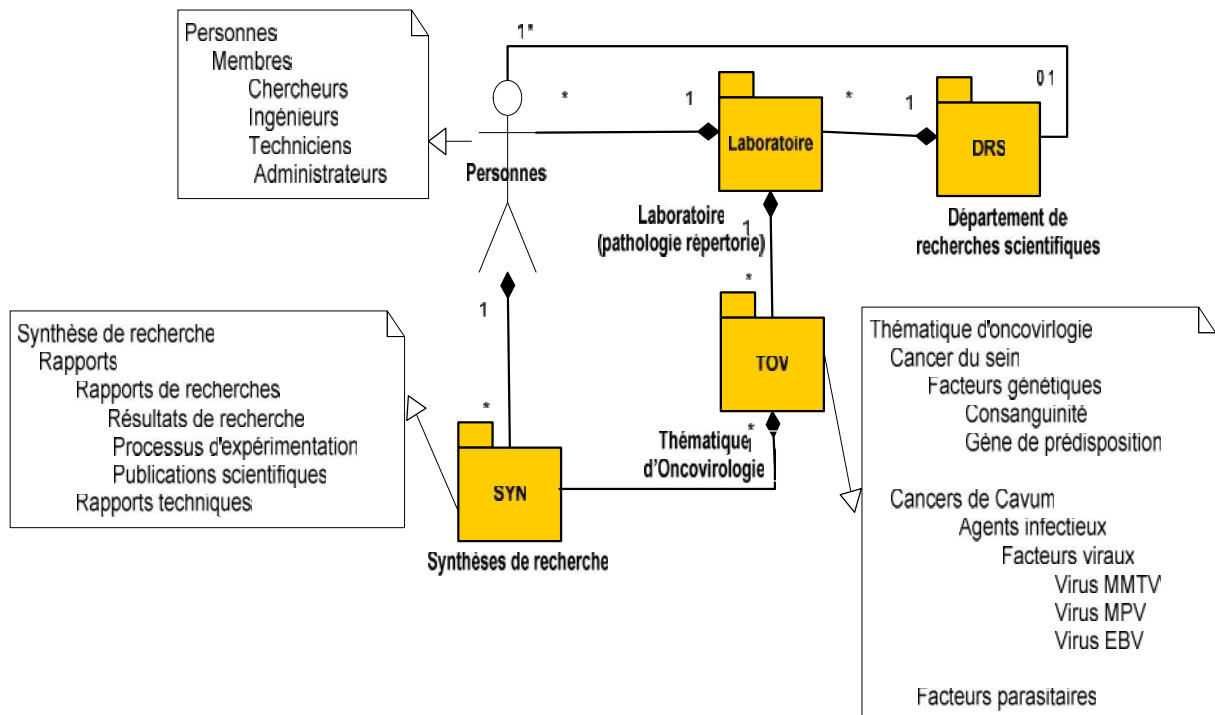
Le diagramme de classes, que nous proposons, ne détaille pas les méthodes, c'est-à-dire les opérations et les routines permettant la réalisation des tâches d'un laboratoire. Comme toute activité de modélisation fait des hypothèses supplémentaires et certaines contraintes qui ne sont pas exprimées, notamment :

1. Un membre est supposé appartenir à au moins un laboratoire.
2. On suppose qu'il peut exister d'autres catégories de membres.
3. Un laboratoire peut se trouver sans directeur à certaines périodes.
4. Le coût de base pourrait être une variable de classe dans les sous-classes de membre dont la valeur est retournée par une méthode.
5. Une contrainte devrait spécifier que tous les chercheurs appartiennent à la même catégorie (qui les représente) ; idem pour les personnels administratifs et techniques; la notation utilisée pour les discriminants. Nous verrons par la suite les préconisations de la modélisation UML dans ce domaine.
6. Des méthodes « coutAnnuel » sur membre et ressource permettent d'uniformiser les noms des traitements.
7. Une contrainte devrait spécifier que les membres d'un laboratoire utilisent des ressources et participent à des projets de leur laboratoire.
8. Un chercheur est responsable d'un document de synthèse.

5.7.3. MODÉLISATION DU DOMAINE D'UN LABORATOIRE

A travers le modèle conceptuel de la figure 6-13, nous allons dresser le modèle abstrait qui formalise les règles de gestion que nous avons évoquées dans le paragraphe précédent. Ainsi, nous allons mettre en évidence les différentes composantes du modèle par le biais des diagrammes de classes et d'objets qui conceptualisent l'ontologie de domaine d'un laboratoire de recherche. Nous rappelons que ce processus d'abstraction est générique et peut être étendu à d'autres entités.

FIGURE 5-13 : DIAGRAMME DE CLASSES ET D'OBJETS D'UN LABORATOIRE



5.7.4. LA BASE DE CONNAISSANCES

La base de connaissances de notre cas d'expérimentation est représentée par deux diagrammes :

- **le diagramme de classes**: qui permet de représenter une ontologie des connaissances du domaine.
- **Le diagramme d'objets**: qui correspond à une instanciation du diagramme de classes et permet de préciser ces connaissances dans un contexte spécifique.

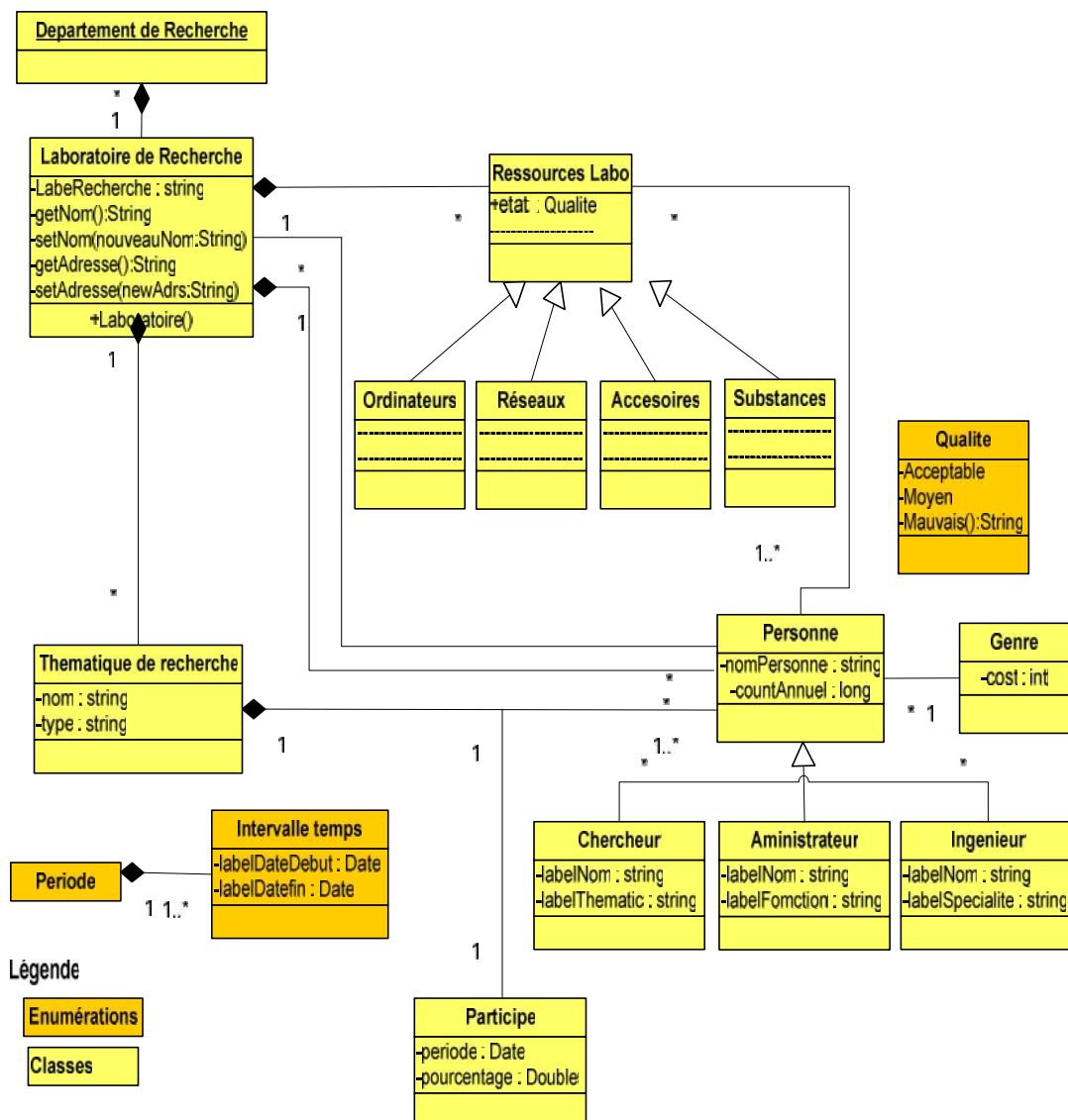
Les cas représentant des expériences passées à réutiliser sont issus du diagramme d'objets. Nous présentons dans cette partie respectivement le diagramme de classes et les cas diagramme d'objets que nous envisageons d'utiliser pour la conceptualisation de notre modèle.

5.7.5. MODÉLISATION DES CONNAISSANCES DU DOMAINE

Le diagramme de classes est constitué d'une classe «Laboratoire de recherche» représentant l'unité de recherche (Oncovirologie). Celle-ci est composée d'une thématique de recherche, des ressources matérielles nécessaires pour réaliser les expériences sur cette thématique et les ressources humaines pour réaliser ses objectifs, représentés par la classe « Personne », comme le montre la 5-13. Tandis que la classe « Documents de recherches » représentés respectivement par les classes «Rapports de recherche», et « Rapports scientifiques ». Par exemple, la classe rapports scientifiques est représentée par les «Résultats recherche », «Process recherche» « Publications recherche».

La modélisation exploitée ici a été simplifiée. En effet, certains attributs de la classe laboratoire ne sont pas spécifiés dans les diagrammes car nous allons les détailler plus loin. De même, la modélisation de la de la classe « documents de la recherche » a été restreinte à la prise en compte de son nom et de sa période de réalisation uniquement, cf. figure 5-14 Chacune des classes de ce diagramme peut être instanciée afin de créer des objets et par conséquent des cas. Nous détaillons cette instanciation dans la section suivante.

FIGURE 5-14: ÉLÉMENTS DU DIAGRAMME DE CLASSES D'UN LABORATOIRE DE RECHERCHE

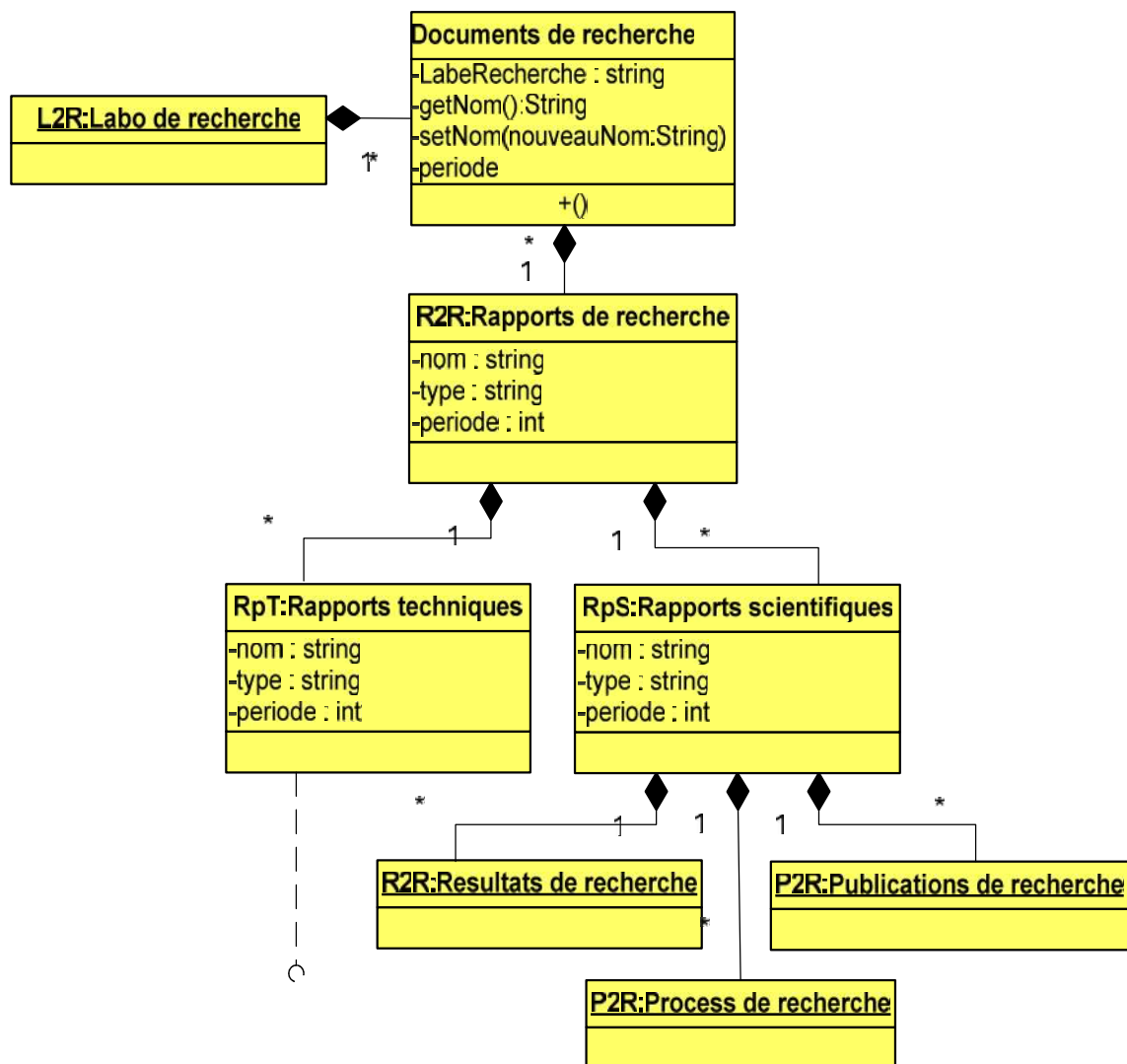


5.7.6. MODÉLISATION D'UN CAS D'EXPÉRIMENTATION

Le cas d'expérimentation est représenté par une instanciation du diagramme de classes. Il s'agit d'un objet appelé instance de classe. Chacun de ces cas représente des expériences passées de cas de réutilisation d'une expérience représenté par « Document de recherche ». Le de cas exemple est donné, cf. la figure 5-14. La classe « Document de recherche » a été instanciée en un objet nommé « L2R ». Notons que c'est également le nom que nous utiliserons pour faire référence au cas présenté sur la figure 5-14. Ce cas est composé de documents de recherche « D2R », Rapports techniques « RpT » et de Rapports scientifiques « RpS ». Ce dernier est constitué de Résultats de recherche « RdR », processus de recherche « PdR » et de publications de la recherche.

Il faut bien noter que dans ce diagramme, nous ne représentons que des expériences positives de réutilisation dans le sens où tous les cas de réutilisation incarnée dans la mémoire de projet correspondent à des cas valides. Le cas présenté sur la figure 5-15 correspond à un cas incarné dans la base de cas, c'est-à-dire un cas source. Un cas cible, représentant le problème à résoudre, correspond à une instanciation partielle du diagramme de classes. Le but est alors de proposer une instanciation complète afin de résoudre le cas cible. Nous présentons ci-après les autres cas sources composant la base de cas exploitée pour cet exemple.

FIGURE 5-15 : CAS REPRÉSENTANT UNE INSTANCIATION DU DIAGRAMME DE CLASSES



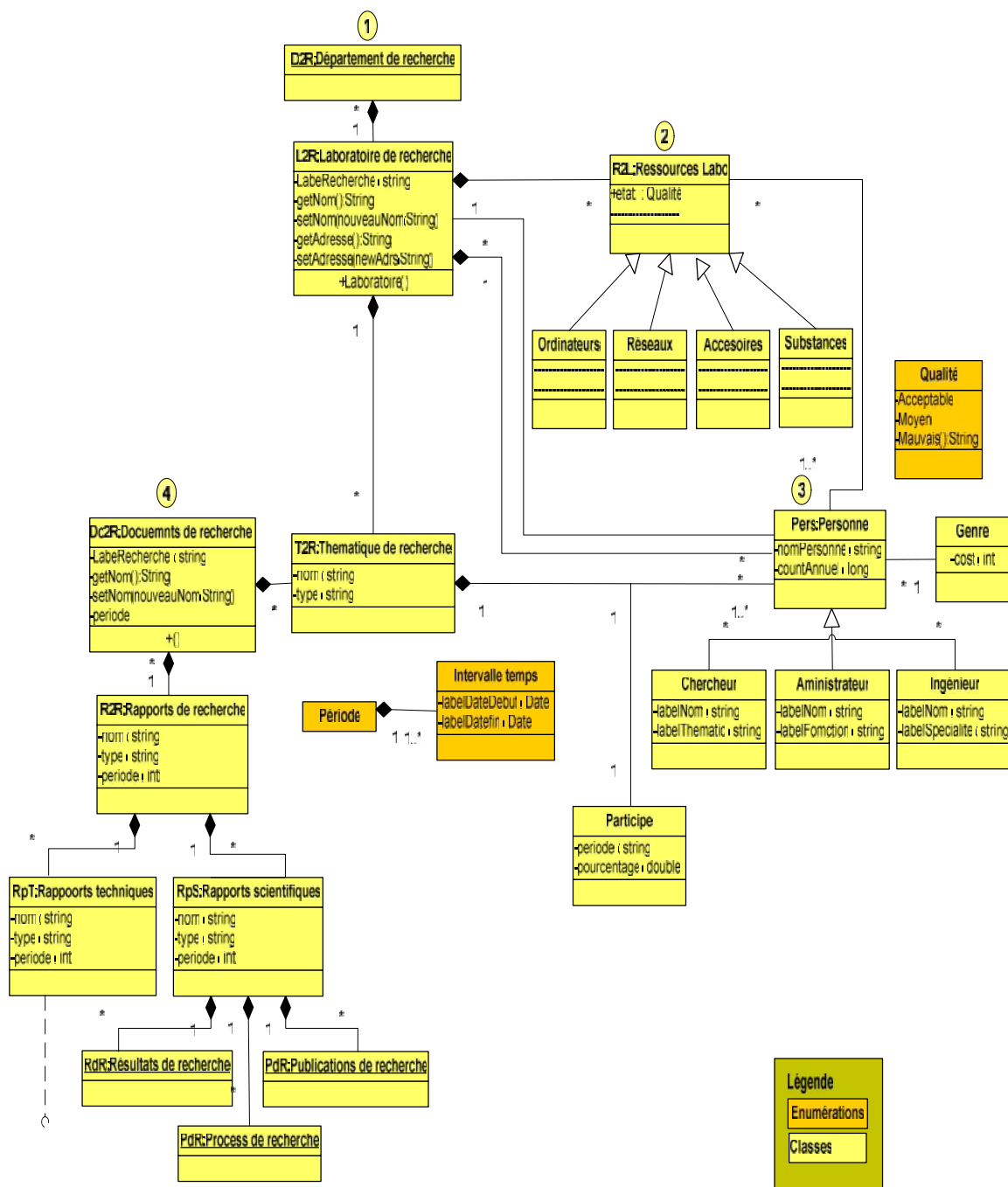
5.7.7. LA BASE DE CAS

La base de cas que nous utiliserons dans cet exemple est constituée de quatre cas. Il s'agit de cas sources instances de la classe « Département de recherche ».

- « D2R » Département de la recherche,
- « R2L »: Ressources du laboratoire,
- « Pers »: Personnes impliquées dans le processus de recherche,
- « Dc2R »: Documents de recherches.

Notons que nous avons choisi de ne traiter notre expérimentation qu'avec quatre cas dans la base, ceci afin de faciliter la démonstration. Les principes présentés dans le document en annexe que nous appliquons à notre cas d'expérimentation restent applicables si la base de cas est plus large. Une autre constatation observée au niveau de modélisation de cas est que la base de paramétrage des données peut présenter des imprécisions dues aux estimations qualitatives des experts et des chercheurs. A cet effet, nous attribuons à toutes les valeurs imprécises une valeur numérique donnée par la fonction similarité. Cependant, il est possible d'envisager d'utiliser des termes linguistiques afin d'aider les chercheurs lorsqu'ils s'expriment avec imprécision, par exemple, en proposant des représentations qualitatives imprécises telles que les énumérations «important», «environ», «acceptable», etc.

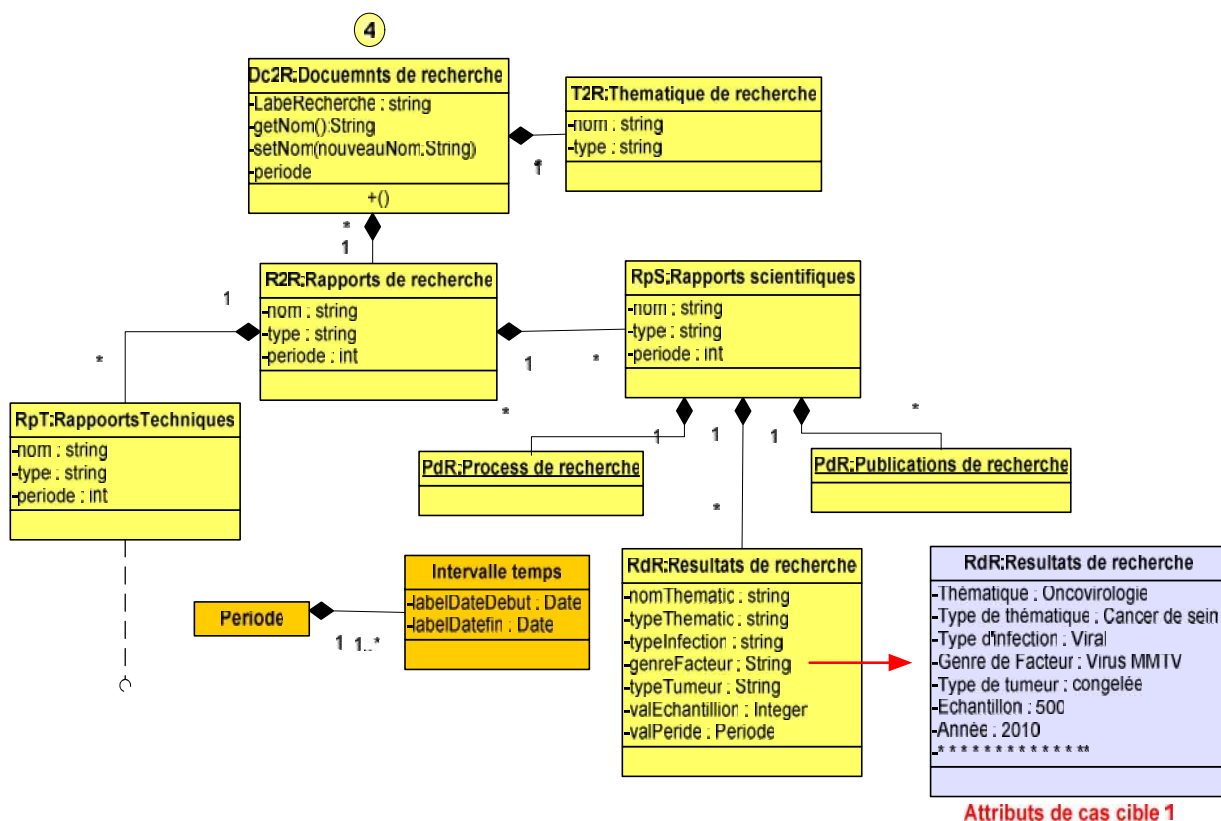
FIGURE 5-16: CAS SOURCES PRÉSENTS DANS LA BASE DE CAS



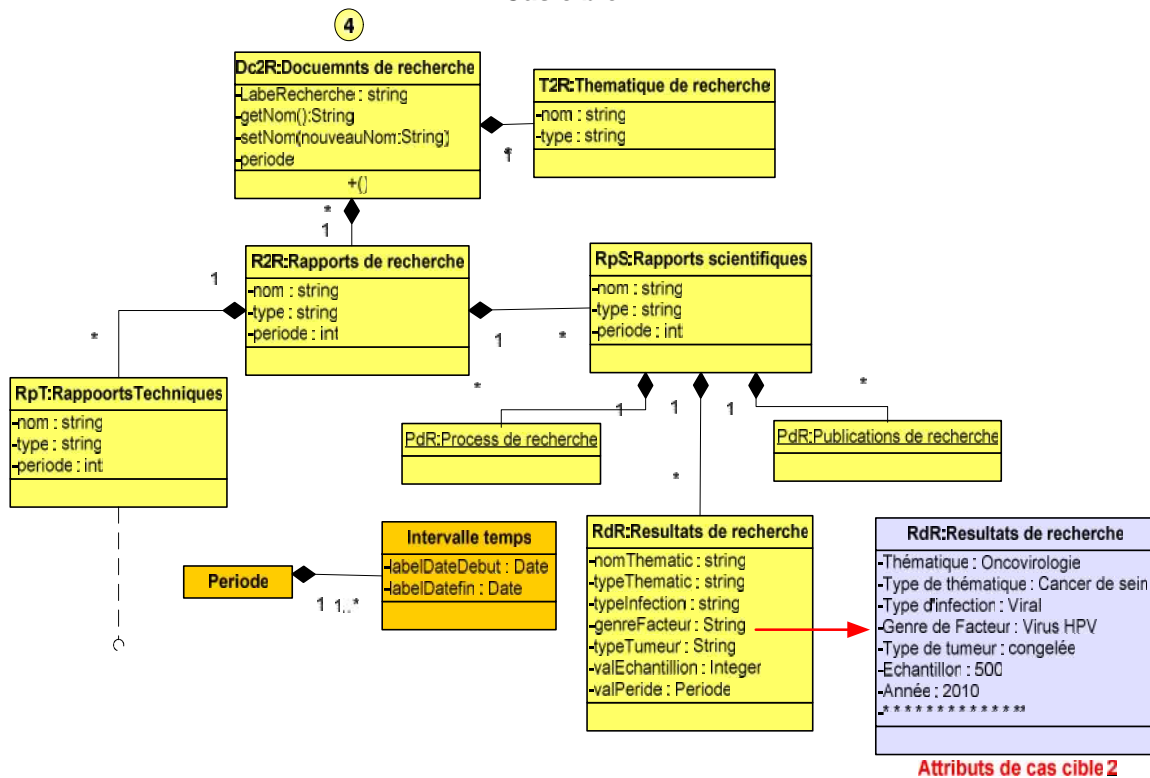
5.7.8. LE PROBLÈME À CONFIGURER

La base de connaissances que nous exploiterons dans notre cas d'expérimentation est composée d'un diagramme de classes permettant de décrire de manière générique le domaine et d'un diagramme d'objets correspondant à une instanciation du diagramme de classes. Maintenant, nous allons définir comment modéliser un problème et donc un cas cible. Ce dernier correspond à une instanciation partielle du diagramme de classes qu'il s'agit de compléter. Comme l'instanciation est partielle, seuls quelques attributs sont documentés et évalués, les autres attributs ne contiennent pas de valeurs. Ces attributs, qui représentent le problème et la résolution de problème, consistent à trouver un cas complet contenant le plus d'attributs évalués possible caractérisant un cas de réutilisation d'expérience (dans notre cas, c'est le résultat d'expérience d'une typologie du cancer).

FIGURE 5-17: DIAGRAMMES DE CLASSES DES CAS CIBLES



Cas cible 1



Cas cible 2

5.8. RECHERCHE D'UNE SYNTHÈSE RÉALISÉE DANS LE PASSÉ

La modélisation du cas cible permet de traduire un problème de réutilisation de connaissances, tel qu'il est perçu par l'utilisateur. Résoudre ce problème consiste alors à fournir à l'utilisateur un cas de réutilisation de connaissances, pouvant être incomplet, en tenant compte des informations exprimées par l'utilisateur dans le cas cible. Pour cela, le processus du raisonnement à partir de cas peut être appliqué. Dans un premier temps, il s'agit de retrouver parmi la base de cas, le cas source le plus proche du cas cible. Ensuite, ce cas source pourra être adapté afin de répondre au problème caractérisé par le cas cible. Nous présentons dans cette section la recherche d'un cas de réutilisation d'une synthèse de recherche réalisée dans le passé similaire au cas cible décrit.

La première étape consiste à filtrer la base de cas puis à appliquer une mesure de similarité entre chacun des cas filtrés et le cas cible afin de ne retenir pour la suite du processus que le cas le plus similaire au cas cible. Dans le cas que nous proposons, nous considérons que les cas contenus dans la base sont les cas issus de l'étape de filtrage. D'une part, la base de cas n'est pas suffisamment fournie pour qu'une étape de filtrage soit nécessaire. D'autre part, l'étape de filtrage n'est pas le point clef de nos propositions. La démonstration présentée ici vise surtout à présenter les mécanismes de recherche détaillée et d'adaptation.

Les mesures de similarité et d'adaptabilité nous permettront de choisir lequel de ces cas est le plus prometteur pour la suite du processus et la résolution du problème modélisé par le cas cible. Nous présentons les mesures de similarité et d'adaptabilité dans les sections suivantes.

5.8.1. PROCESSUS DE FILTRAGE

Afin de retrouver le cas source le plus similaire au cas cible, le processus de recherche comprend deux étapes: une étape de filtrage et une recherche plus fine du cas source à retenir. Cette deuxième étape est réalisée grâce à une mesure de similarité. Ces deux étapes sont basées sur l'exploitation de la structure objet que nous avons sélectionnée pour modéliser les connaissances et les cas :

- le processus de filtrage repose sur l'exploitation du diagramme de classes qui forme l'ontologie du domaine représenté par la figure 5-17,
- le diagramme d'objets (instances du diagramme de classes) est exploité pour la sélection finale du cas source par l'intermédiaire d'une mesure de similarité.

Le processus de filtrage et la mesure de similarité tiennent compte de la structure objet sélectionnée et notamment de la possibilité de décomposer un cas en plusieurs objets le composant. La notion de composition est exploitée durant l'étape de filtrage. Ce processus récursif est identique pour le filtrage et pour la mesure de similarité entre cas issus du filtrage. Toutes les classes du diagramme (dans le cas du filtrage) ou tous les objets de la base (dans le cas de la sélection) sont sélectionnés un à un et comparés avec la classe d'appartenance du cas cible (filtrage) ou le cas cible lui-même (sélection). Puis le processus récursif de comparaison est appliqué. Pour décrire ce processus, nous utiliserons le vocabulaire suivant :

- un élément correspond soit à une classe (filtrage) soit à un cas, c'est-à-dire un objet (sélection),
- les caractéristiques permettent de décrire soit une classe (filtrage), il s'agit alors d'attributs non évalués, soit un cas (sélection).

5.8.2. PROCESSUS DE SIMILARITÉ

La mesure de similarité permet de mesurer la ressemblance entre chacun des quatre cas de la base et le cas cible. Ce niveau de ressemblance, ainsi que l'adaptabilité de chacun de ces cas, permettront de sélectionner le cas à retenir pour l'adaptation. Nous rappelons que la mesure de similarité que nous avons proposée au chapitre précédent se décompose en deux niveaux :

- une première mesure de similarité calculée au niveau de chacun des attributs d'un objet composant le cas,
- une seconde mesure de similarité calculée au niveau d'un objet et consistant en l'agrégation des valeurs de similarité obtenues au niveau de chaque attribut.

La similarité entre un cas source et un cas cible est donnée par deux degrés de ressemblance:

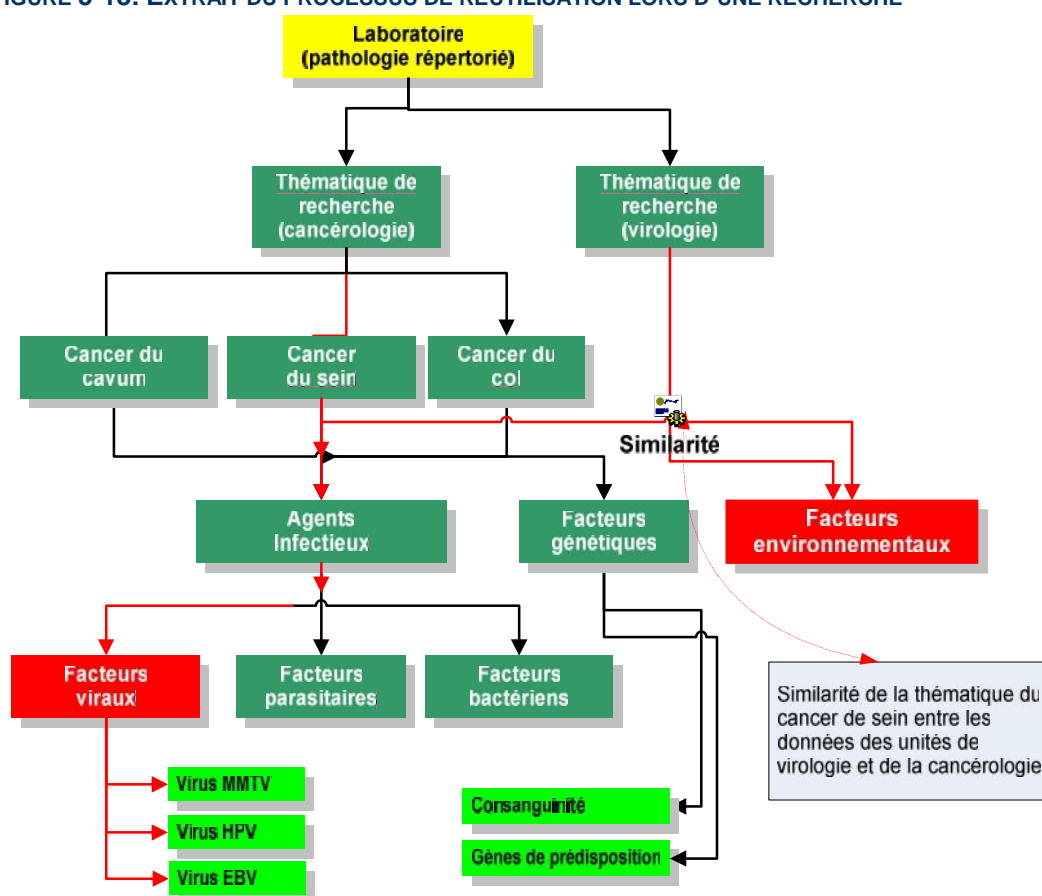
- un degré de possibilité de ressemblance noté $[P]$,
- un degré de nécessité de ressemblance noté $[N]$.

Ces degrés de ressemblance sont d'abord calculés au niveau local, c'est-à-dire au niveau de chaque attribut et sont notés $[P_a]$ et $[N_a]$, puis sont agrégés afin de représenter les degrés de possibilité et de nécessité de ressemblance au niveau d'un objet. Dans le cas que nous présentons, nous sommes amenés à calculer les degrés de ressemblance, $[P_a]$ et $[N_a]$ de chaque attribut au niveau de chaque objet. Dans l'exemple que nous présentons ici, tous les cas sources ont le même degré de nécessité de ressemblance avec le cas source, soit une valeur de 0,1. Le degré de possibilité de ressemblance doit alors être pris en compte.

5.9. CAS DE RÉUTILISATION D'UNE SYNTHÈSE DE RECHERCHE

L'extrait de l'ontologie de domaine de la figure 5-18 montre une similarité (proche de) entre les données des unités de recherche de virologie et de cancérologie. La similarité concerne précisément les facteurs provoquant le cancer du sein dont les données ont été répertoriées et documentées par les groupes de recherche en (cancérologie). Alors que les facteurs de pondération ; ont été définis par les experts des unités de recherche respective selon une estimation expérimentale.

FIGURE 5-18: EXTRAIT DU PROCESSUS DE RÉUTILISATION LORS D'UNE RECHERCHE



Remarque

L'attribut du genre de facteur « facteur d'infection Virus MMTV » du rapport scientifique du cas cible_1 n'est pas évalué alors que cet attribut est évalué pour le cas cible _2: «Virus HPV », cf. la figure 5-18.

La figure 5-18 montre le problème représenté par le cas cible qui devrait également spécifier la pondération de ses différentes caractéristiques et par l'attribution à chacun de ces attributs d'une fonction de similarité. Nous rappelons que la valeur de pondération dont nous avons en parlé dans la partie similarité dans le deuxième chapitre présente plusieurs typologies données dans le tableau 5-1.

Le tableau 5-1 donne les principales équations que nous avons répertoriées permettant d'approcher les valeurs cibles.

TABEAU 5-1 : FONCTIONS DE SIMILARITÉ POUR CALCULER LES PONDÉRATIONS

Fonctions	Type de fonction
$_1(x, y) = 1 - \frac{ x - y }{\text{avec}} = 1$ si $ x - y \leq$ $_1(x, y) = 0$ sinon	Fonction de similarité de type « proche de ».
$_2(x, y) = 1$ si $x = y$ $_2(x, y) = 0$ sinon	Fonction de similarité de type booléen «vrai/faux», utilisée notamment pour comparer deux chaînes de caractères lorsqu'aucune fonction de similarité ad hoc n'a été définie. C'est le cas pour les attributs « Nom » des objets instances des classes.
$_3(x, y)$ et $(x, y) \in$ tel que $x \neq y$	Fonction de similarité définie par les experts permettant de comparer deux valeurs pour l'attribut d'un même l'objet.

Nous rappelons que la possibilité offerte à l'utilisateur de choisir les attributs qu'il souhaite (évaluer), de leur affecter un poids ainsi qu'une fonction de similarité, lui permet de retranscrire son point de vue sur son problème. Ces différentes informations seront également exploitées afin de résoudre le problème modélisé en proposant une fonction permettant de résoudre le problème de la réutilisation de connaissances d'un cas la plus appropriée possible.

Dans le paragraphe suivant, nous allons montrer comment le choix sera porté sur la cible la plus appropriée (C_i). Pour ce faire, nous allons introduire le mécanisme de pondération ; expérimentale qui n'est autre que le coefficient d'estimation fixé par l'expert ou le responsable de domaine selon un point de vue expérimental.

5.9.1. LE MÉCANISME DE PONDÉRATION DANS NOTRE EXPÉRIMENTATION

La vision du chercheur ou de l'expert sur le problème qu'il doit résoudre est prise en compte par la possibilité qu'il a de décrire l'importance relative de chacun des attributs représentant le problème à l'aide de poids qu'il affecte à chaque attribut. Un attribut ayant un poids évalué à 1 est considéré comme très important. C'est le poids maximum qu'il puisse attribuer à un attribut. A l'inverse, un attribut ayant un poids de 0 est considéré comme négligeable. Cette pondération interviendra notamment pour la recherche du cas source le plus similaire au cas cible.

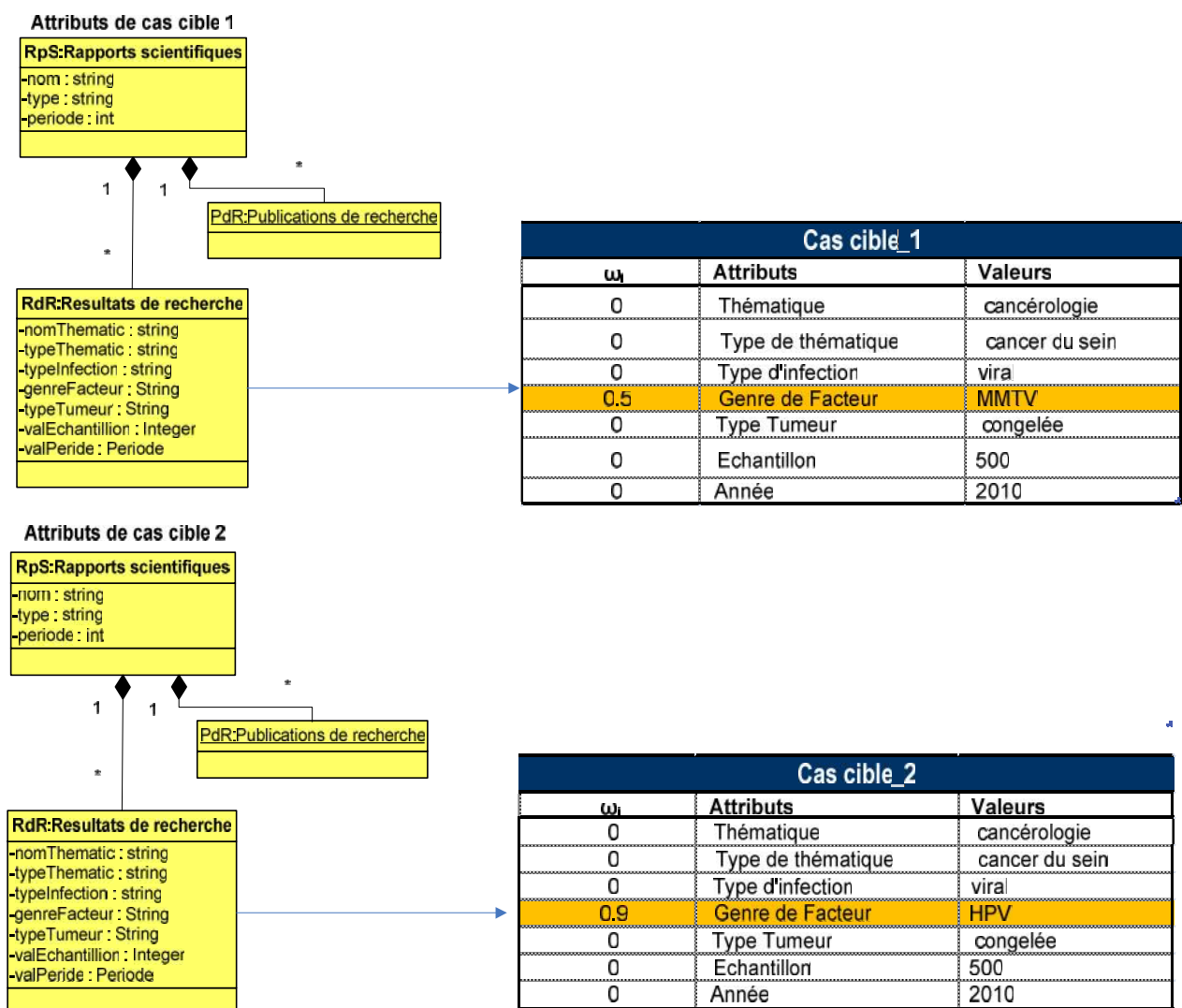
Il est intéressant de pouvoir considérer des cas décrits avec des attributs dont les états sont variables. En effet, un attribut étant défini mais non évalué fournit une information importante sur la description du cas. Il peut s'agir d'un attribut dont la valeur n'est pas connue mais qui participe à la description structurelle du cas. Cette information permet notamment de rechercher des cas ayant une structure plus ou moins similaire. Nous reviendrons sur cette notion de similarité structurelle lorsque nous présenterons le processus de similarité que nous proposons.

REMARQUE

Le tableau 5-2 présente les deux cas de figure du diagramme de classes de la figure 5-12 de notre cas d'expérimentation et montre l'état des attributs des deux cas cibles. Il y a d'autres cas qui dépendent du point de vue de chercheur ou de l'expert. Chacun d'eux peut attribuer une valeur de pondération selon son estimation de telle sorte que l'attribut soit le plus similaire possible à un autre. Les valeurs des poids sont comprises dans l'intervalle [0,1]. Ainsi, les poids affectés aux attributs doivent vérifier les trois hypothèses suivantes [Dubois et Prade, 1987], données dans le tableau 6-1.

Le problème de réutilisation d'une expérience peut ne pas être caractérisé par les mêmes attributs d'un cas cible à un autre cas. On peut trouver des cas présentant deux cas cible définissant des problèmes différents, c'est-à-dire un cas dont les valeurs des attributs constituant un cas cible_1 et un autre cas cible_2 sont différentes. Les attributs évalués constituant le problème ne sont pas identiques pour chacun des cas cibles comme le montre le tableau 6-2, cf. colonne \hat{S}_j . Cette valeur est calculée par un algorithme sur la base de l'équation donnée par l'équation 6-2.

TABLEAU 5-2 : VALEURS DE PONDÉRATION DES CAS CIBLES



5.9.2. PRINCIPE DE SIMILARITÉ APPLIQUÉ À NOTRE CAS

La mesure de similarité permet de mesurer la ressemblance entre chacun des quatre cas de la base et le cas cible. Ce niveau de ressemblance, ainsi que l'adaptabilité de chacun de ces cas, permettront de sélectionner le cas à retenir pour l'adaptation. Nous rappelons que la mesure de similarité que nous

avons proposée au chapitre précédent se décompose en deux niveaux :

- une première mesure de similarité calculée au niveau de chacun des attributs d'un objet composant le cas,
- une seconde mesure de similarité calculée au niveau d'un objet et consistant en l'agrégation des valeurs de similarité obtenues au niveau de chaque attribut.

La similarité entre un cas source et un cas cible est donnée par deux degrés de ressemblance:

- un degré de possibilité de ressemblance noté $[P]$,
- un degré de nécessité de ressemblance noté $[N]$.

Ces degrés de ressemblance sont d'abord calculés au niveau local, c'est-à-dire au niveau de chaque attribut et sont notés $[P_a]$ et $[N_a]$ puis sont associés afin de représenter les degrés de possibilité et de nécessité de ressemblance au niveau d'un objet. Dans le cas que nous traitons, nous sommes amenés à calculer les degrés de similarité de chaque attribut pour que chaque cas de base. Les détails de ces calculs sont en cours de réalisation. Nous les annexerons dans le prochain rapport.

Afin de déterminer quel cas source est le plus similaire au cas cible, nous devons, dans un premier temps, regarder les valeurs des degrés de nécessité de ressemblance. En effet, il s'agit du degré le plus discriminant. Dans l'exemple que nous présentons ici, tous les cas sources ont le même degré de nécessité de ressemblance avec le cas source, soit une valeur de 0,1. Le degré de possibilité de ressemblance doit alors être pris en compte.

Cependant, nous proposons de ne pas tenir compte uniquement des degrés de similarité entre un cas source et le cas cible afin de sélectionner le cas source à retenir pour la suite du processus. En effet, nous avons proposé précédemment une mesure d'adaptabilité permettant d'estimer la facilité de réutilisation d'un cas source. Cette mesure vient en complément à la mesure de similarité et nous l'appliquons à notre exemple dans la section suivante.

Afin de ne pas surcharger le développement de l'exemple, nous ne présentons le détail de ce calcul que pour un attribut et nous donnons ensuite les résultats en annexe C pour les autres attributs.

5.10. ADAPTATION DU CAS TROUVÉ

L'adaptabilité est d'abord estimée au niveau local, c'est-à-dire pour chaque attribut, avant que les valeurs d'adaptabilité ne soient agrégées. Dans notre cas, nous utilisons l'opérateur moyenne pour agréger les adaptabilités locales. En effet, lorsque certaines valeurs d'adaptabilités locales sont extrêmes, c'est-à-dire [1 et/ou 0], l'utilisation d'un opérateur d'agrégation de type multiplication, min. ou max., conduit à des valeurs d'adaptabilités globales extrêmes³⁹. Or, nous souhaitons que toutes les valeurs d'adaptabilités locales soient prises en compte dans le calcul de l'adaptabilité globale d'un cas. C'est pourquoi nous avons choisi l'opérateur « moyenne » pour réaliser l'agrégation.

Remarque

L'opérateur d'agrégation choisi est donc l'opérateur « moyenne ». Ainsi, afin de déterminer la valeur d'adaptabilité d'un objet composant un cas, la moyenne des valeurs d'adaptabilité des attributs décrivant cet objet est calculée.

Les résultats du calcul d'adaptabilité peuvent alors être ajoutés aux résultats du calcul de similarité afin de sélectionner le cas source ayant le plus fort potentiel de réutilisation et d'adaptation au cas cible.

5.10.1. SÉLECTION D'UNE OU PLUSIEURS SOLUTIONS POUR L'UTILISATEUR

Suite à l'adaptation par exploitation des techniques des contraintes, c'est-à-dire la solution la plus

³⁹ Valeurs extrêmes : 1 dans le cas de l'opérateur max., 0 pour les opérateurs min. ou multiplication

proche des critères de l'utilisateur, nous avons obtenu plusieurs solutions possibles pour le cas cible, chacune ayant un degré de compatibilité avec les contraintes impliquées dans le problème. Ces solutions ont été trouvées uniquement sur la base du cas source issu de la phase de recherche. Afin de prendre en compte les informations contenues dans le cas cible, nous proposons de calculer, pour chacune des solutions obtenues précédemment, sa similarité avec le cas cible. Ce calcul permettra d'obtenir deux critères de qualification pour toutes les solutions issues de l'adaptation: la compatibilité de la solution avec les contraintes techniques et de préférence et la similarité de cette solution avec le cas cible.

La similarité est exprimée par deux degrés : le degré de nécessité de ressemblance, noté N_a , et le degré de possibilité de ressemblance, noté P_a .

Le calcul de la similarité se fait tel que présenté dans la partie précédant lors de la description de la mesure de similarité pour la phase de recherche de cas passé. Les résultats de ces calculs de similarité sont présentés dans le tableau 5-3 où sont également rappelés les degrés de compatibilité de chacune de ces valeurs avec les contraintes.

TABEAU 5-3 : RÉSULTATS DES DEGRÉS DE SIMILARITÉ ET DE COMPATIBILITÉ

	Degré de similarité avec la cible		Degré de compatibilité avec les contraintes
	N_a	P_a	C_t
S_1	0.1	0.4	0.9
S_2	0.1	0.4	0.8
S_3	0.35	0.4	0.7
S_4	0.35	0.4	0.7
S_5	0.4	0.4	0.66

Nous pouvons remarquer que seuls trois couples de degrés de similarité (P_a et N_a) sont différents pour les cinq valeurs de similarité issues de l'adaptation. En effet, parmi ces cinq valeurs, les différences interviennent au niveau des attributs « genre de facteur ». De plus, le choix des poids et le mécanisme d'agrégation utilisé au niveau des valeurs de similarité d'un objet conduisent à des résultats identiques pour certaines valeurs contenant des informations différentes.

5.11. ÉLABORATION D'UNE SOLUTION SUITE À L'ADAPTATION

Nous avons précédemment présenté comment nous exploitons les techniques de résolution de problèmes afin de réaliser la phase d'adaptation du raisonnement à partir de cas. Nous avons défini un problème restreint autour du cas source sélectionné durant la phase de recherche. L'adaptation telle que nous la proposons est alors uniquement basée sur le cas source au niveau de son contenu (valeurs de ses attributs) et de sa structure (organisation des objets qui le composent). La résolution de ce problème restreint peut conduire à trouver une ou plusieurs solutions. Nous proposons ici de retrouver la meilleure solution afin de répondre au cas cible modélisé par l'utilisateur.

Le problème restreint que nous souhaitons exploiter afin d'adapter le cas source, ne fait intervenir que les attributs du cas source qui entrent en compte dans une ou plusieurs contraintes. La résolution de ce problème fournit une ou plusieurs valeurs pour ces attributs selon le nombre de solutions obtenues. Concernant les autres attributs, leur valeur peut être sélectionnée parmi les valeurs du domaine d'adaptation ayant une préférence maximale.

L'étape d'adaptation telle que nous l'avons proposée faisait appel uniquement au cas source retrouvé. Or, nous devons également tenir compte du cas cible qui contient les informations fournies par l'utilisateur concernant le problème qu'il souhaite résoudre.

Il semble alors intéressant de proposer à l'utilisateur, parmi les solutions obtenues précédemment, la solution la plus proche de son souhait. Nous proposons de calculer la similarité entre chaque cas issu de la résolution du problème restreint et le cas cible.

Pour chaque tuple correspondant à différentes adaptations du cas source, nous avons deux critères de qualification de ces tuples : le degré de compatibilité des valeurs de ce tuple avec les contraintes (contraintes techniques et préférences sur les valeurs) et le degré de similarité entre ce tuple et le cas cible exprimant le souhait de l'utilisateur.

Ces deux critères peuvent conduire à proposer à l'utilisateur deux tuples solutions pour le cas cible pour lesquels le premier a un degré de compatibilité supérieur au second, mais un degré de similarité inférieur. Dans ce cas nous proposons de présenter à l'utilisateur une frontière de solutions Pareto optimales.

Prenons l'exemple pour lequel l'adaptation par exploitation des techniques de résolution de problème restreint telle que présentée précédemment a conduit à cinq tuples solutions avec les degrés de similarité et de compatibilité présentées dans le tableau 5-3.

TABLEAU 5-4 : SOLUTIONS APRÈS ADAPTATION SELON PARETO OPTIMUM

	Degré de similarité avec la cible		Degré de compatibilité avec les contraintes
	N_a	P_a	C_t
S₁	0.75	0.85	0.1
S₂	0.75	0.85	0.2
S₃	0.4	0.6	0.6
S₄	0.3	0.3	0.6
S₅	0.3	0.3	0.9

Nous pouvons noter que, dans l'exemple du tableau 5-4, seules trois solutions sont Pareto optimales : les solutions **S₅**, **S₃** et **S₂**. En effet, la solution **S₄** est dominée par les solutions **S₅** et **S₃**, alors que la solution **S₁** est dominée par la solution **S₂**.

Ces deux critères qualifient une solution issue de la phase d'adaptation du cas source et laissent l'utilisateur libre dans son choix lui permettant ainsi de privilégier, soit la compatibilité technique de la solution, soit la similarité de celle-ci avec le problème tel qu'il l'a défini dans le cas cible.

5.11.1. REMARQUE SUR LA STRATÉGIE DE RECHERCHE

La similarité d'une solution avec le cas cible ainsi que la compatibilité de cette solution avec l'ensemble des contraintes techniques et des contraintes de préférence sont deux critères permettant de qualifier une solution issue de l'adaptation. Il peut alors être judicieux d'exploiter ces critères lors de la de recherche de solution. Pour cela, un algorithme de type Branch and Bound permettant de prendre en compte plusieurs objectifs peut être utilisé. Ce type de travaux a été proposé par Barry O'Sullivan [O'Sullivan, 1998]. Il s'agit d'intégrer à un algorithme de recherche de type Branch and Bound le principe de l'optimalité de Pareto. Ce principe a pour but de rechercher l'ensemble de solutions « non-dominées » à un problème d'optimisation à plusieurs objets. Cet ensemble est caractérisé par le fait que chacune de ses solutions est meilleure que toute autre solution du problème en respectant au moins un des objectifs, ou bien est aussi bonne que toutes les autres solutions sur tous les objectifs. L'intégration de ce principe à un algorithme de type Branch and Bound modifie ce dernier en ajoutant notamment autant de bornes pour la recherche qu'il y a d'objectifs au problème. La recherche de solutions est alors guidée par ces bornes et l'ensemble de solutions est construit au fur et à mesure du parcours de l'arbre de recherche représentant pour chaque variable, ses instanciations possibles.

5.11.2. ADAPTATION À PARTIR DE PLUSIEURS CAS

Le cas solution, c'est-à-dire le cas proposé à l'utilisateur, contiendra l'ensemble des attributs du cas source sélectionné. Dans le cas d'une adaptation basée sur plusieurs cas sources, l'ensemble de ces attributs ne peut être regroupé pour être proposé à l'utilisateur. En effet, ce regroupement peut conduire à des incompatibilités. L'adaptation basée sur plusieurs cas sources est cependant envisageable puisque le calcul des domaines d'adaptation est possible dans ce. Des contraintes supplémentaires sont alors à ajouter afin de vérifier la cohérence de la solution et ce, non seulement au niveau compatibilité

des valeurs des attributs, mais également au niveau sémantique de la solution proposée.

Une autre solution envisagée est de proposer une adaptation interactive où l'utilisateur pourrait sélectionner les éléments de structure qu'il souhaite dans sa solution et définir la cohérence structurelle de la solution.

5.11.3. MÉMORISATION DU CAS RÉSOLU POUR L'ENRICHISSEMENT DE LA BASE DE CAS

Lorsque le cas cible a été adapté et validé par l'utilisateur, il est intéressant de le sauvegarder afin de le ré-exploiter plus tard. Nous n'avons pas travaillé spécifiquement sur cet aspect du cycle de raisonnement à partir de cas mais nous pouvons cependant faire quelques remarques sur ce point.

Dans un premier temps, tout cas stocké dans un système tel que celui que nous proposons devra être en relation avec le diagramme de classes définissant une partie des connaissances du domaine. En effet, ce lien est exploité durant la phase de recherche et plus particulièrement durant l'étape de filtrage.

Il est également intéressant de pouvoir sélectionner les cas à retenir. En effet, certains cas pouvant être très proches, leur mémorisation peut conduire à une duplication des informations contenues dans la base. Deux situations sont alors possibles : construire des cas génériques permettant de représenter un certain nombre de cas adaptés ou bien sélectionner les cas à garder en mémoire en fonction de leur similarité avec les cas se trouvant déjà en mémoire ainsi qu'en fonction de leur pertinence. Cette sélection peut être faite par l'utilisateur expert ou par une personne en charge de la gestion de la base de connaissances et possédant les connaissances expertes nécessaires afin de sélectionner les bons cas. Il peut également être envisagé une automatisation de cette tâche.

5.12. CONCLUSION

Nous avons présenté dans cette partie un exemple illustrant les propositions que nous avons développées dans cette thèse. Ce cas d'application appartient au domaine de la réutilisation de connaissances dans le domaine médicale. Les cas correspondent à la recherche selon des critères bien précis concernant le cancer du sein. Le cas cible est une synthèse de recherche concernant des informations sur des travaux réalisés par les unités de recherche de cancérologie et la virologie autour des facteurs viraux provoquant le cancer du sein. Sa résolution consiste à rechercher dans la base de cas les travaux réalisés dans le passé les différentes informations les plus similaires et à les réutiliser. Pour cela, nous avons exploité les mécanismes de similarité et d'adaptation présentés dans ce chapitre. Nous obtenons en résultat plusieurs valeurs caractérisées par un degré de compatibilité avec les contraintes techniques et de préférence et un degré de similarité avec le cas cible.

Nous avons également proposé une modélisation d'un cas permettant à l'expert d'exprimer ses besoins et connaissances. Les différents éléments pris en compte pour la modélisation sont :

- la pondération des attributs décrivant un cas,
- la possibilité de décrire de manière aléatoire ces attributs,
- la possibilité de spécifier comment deux valeurs d'un même attribut se ressemblent selon son point de vue et ses propres connaissances métiers,
- la description d'un cas à l'aide de plusieurs objets permettant de préciser les spécificités d'un cas.

Nous exploitons ensuite ces différentes informations afin de retrouver, parmi la base de cas, le cas le plus similaire au problème exprimé par l'utilisateur. Pour cela, nous nous basons sur différents travaux issus de la théorie des possibilités. En effet, l'intégration de connaissances « proche de » dans la description du cas nous conduit à formuler la similarité entre deux cas à l'aide de deux degrés de ressemblance. Le premier représente la nécessité N_a de similarité entre deux cas et le second la possibilité P_a de ressemblance de ces deux cas. Ces degrés peuvent être vus comme des bornes d'une valeur de similarité unique. Le degré de nécessité a une valeur prédominante sur la valeur du degré de possibilité.

Sur la base du cas retrouvé, nous avons ensuite présenté un mécanisme d'adaptation faisant appel aux connaissances techniques du domaine pouvant être formalisées sous la forme de contraintes. Le mécanisme d'adaptation consiste en la formalisation d'un problème de satisfaction de contraintes. Pour

cela, un domaine de recherche est construit autour du cas à adapter et les contraintes techniques du domaine sont exploitées. Celles-ci peuvent être souples afin de représenter soit des préférences sur des valeurs pour un attribut, soit des degrés de compatibilité d'une valeur pour un attribut selon une contrainte. La résolution de restreint peut conduire à plusieurs solutions. Afin de sélectionner la meilleure par rapport aux besoins de l'utilisateur, nous proposons de mesurer pour chaque solution sa similarité avec le cas cible.

Les illustrations présentées dans ce chapitre ont permis de mettre en évidence la possibilité de réutilisation des connaissances réalisées dans des projets passés afin de résoudre de nouveaux problèmes de réutilisation de connaissances. Cependant, l'utilisateur expert reste au centre du processus puisque sa vision du problème est prise en compte. De plus, nous proposons de lui présenter plusieurs solutions afin de l'aider dans sa résolution de problèmes. Chaque cas représente des expériences différentes qui sont exploitées afin de guider de nouvelles expériences. La modélisation de connaissances sous cette forme permet de formaliser des connaissances quelquefois difficiles à expliciter en dehors de tout contexte.

Nous avons illustré chaque développement présenté dans ce chapitre par des exemples permettant au lecteur de s'approprier les idées développées.

Notes sur l'implémentation du modèle

Jusqu'ici, seul un prototype du service de RàPC présenté ici a été réalisé, de nombreux points restant à améliorer au sein de l'architecture proposée. Un point critique concerne la complexité de l'algorithme de remémoration, c'est-à-dire, celui-ci fait en effet appel de nombreuses fois au mécanisme d'instanciation. Donc, il risque de paraître particulièrement complexe en terme de temps de calcul.

Un des points intéressants dans l'architecture proposée est qu'elle est applicable et extensible pour différents domaines d'application et différentes approches du RàPC. Le modèle des reformulations mis en œuvre permet en effet d'utiliser, au sein d'un processus de RàPC générique.

Outre les deux étapes fondamentales de remémoration et d'adaptation qui caractérisent le RàPC, d'autres opérations peuvent être considérées, en fonction des besoins du domaine d'application. À la suite de la remémoration et de l'adaptation s'ajoutent les étapes de révision de la solution et de mémorisation du cas retenu. La révision suppose d'être en mesure de tester la validité de la solution construite et éventuellement de la modifier pour la rendre valide.

La mémorisation correspond à une étape d'apprentissage au sein du processus de RàPC. Il s'agit, si cela est jugé utile et une fois la solution validée, d'ajouter le cas à la base de cas pour une éventuelle utilisation future.

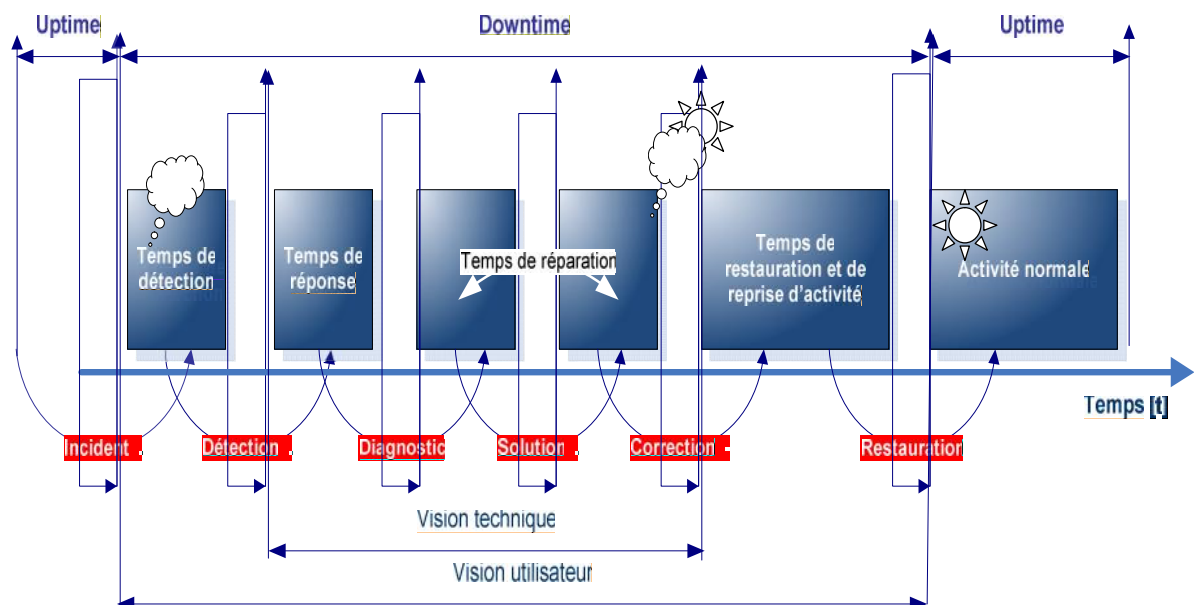
Enfin, certains travaux, comme par exemple [Mille, 1998], considèrent une étape précédant la remémoration et ayant pour objectif l'élaboration du problème cible. Cette opération vise à guider la formulation du problème cible dans une représentation utilisable par le système de RàPC, à partir d'une description éventuellement informelle et incomplète de ce problème.

6. ÉVALUATION ET LIMITES DU MODÈLE PROPOSÉ

6.1. INTRODUCTION

Le but recherché dans cette partie est de déceler les points faibles du système qui risquent d'impacter son bon fonctionnement et sa performance. L'intervalle du temps de point mort «**downtime**» constitue l'intervalle du temps à haut risque pour la rentabilité globale du système. Une défaillance non maîtrisée génère un coût supplémentaire au coût global du système. Il s'agit donc d'analyser la criticité de ces défaillances et de trouver des solutions palliatives afin de les contourner pour augmenter la performance du système et, par conséquent, sa rentabilité. Le temps de fonctionnement «**Uptime**» contient aussi des risques de défaillances mais leurs effets sont moindres du fait qu'ils ont été déjà identifiés, traités et résolus.

FIGURE 6-1 : PERCEPTION DES DIFFÉRENTES ÉTAPES DE L'ANOMALIE



6.2. ANALYSE DES DÉFAILLANCES DU MODÈLE GALCON PAR AMDEC

6.2.1. PRINCIPALES PHASES D'AMDEC

Phase I : Délimitation du périmètre

L'évaluation concerne le modèle proposé, (Galcon), un outil de réutilisation de connaissances de mémoire de projet testé et expérimenté à l'Institut Pasteur à Casablanca, Maroc. Il a été évalué sur la base de données simulées qui ont été extraites d'une base de données interne. Le principe de l'évaluation est d'identifier les anomalies susceptibles d'impacter les résultats espérés.

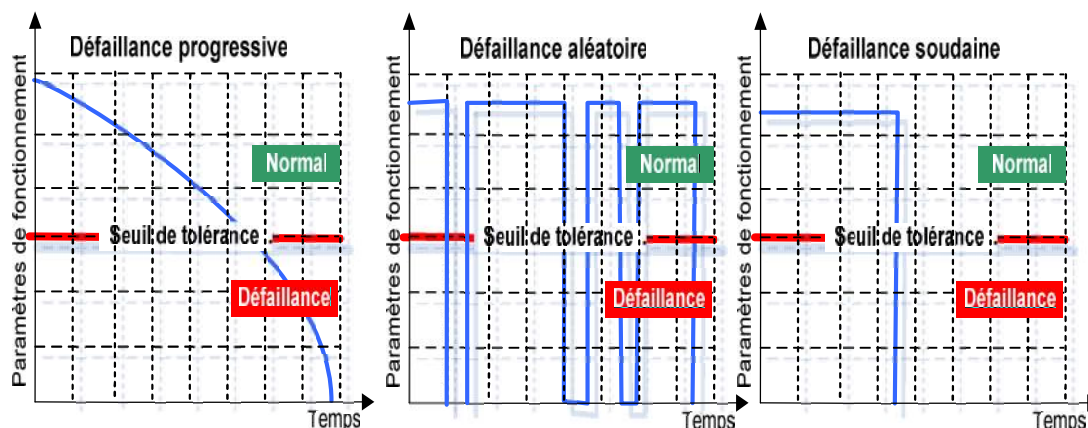
En guise de synthèse, des recommandations et des suggestions correctives vont être émises comme le suggère la méthode AMDEC. Les acteurs qui ont été consultés pour établir cette évaluation sont essentiellement le responsable du groupe de recherche, des chercheurs des unités de recherche, des ingénieurs et techniciens de laboratoire et, finalement, le responsable du système d'information.

Phase II : analyse des défaillances

Dans une publication sous **S-8.250-32**, Gilles Zwingelstein a donné une définition qui est proche de la nôtre : « une défaillance est l'altération ou la cessation de l'aptitude d'un ensemble à accomplir sa ou ses fonction(s) requise(s) avec les performances définies dans les spécifications techniques ».

Donc, l'évaluation par la sûreté de fonctionnement se caractérisant par l'analyse des défaillances et leurs conséquences confirme que *l'ensemble est indisponible suite à une défaillance*. Partant de ce postulat, chaque maillon du processus est indispensable pour réaliser les objectifs fixés par les contraintes contractuelles entre les responsables métiers et ceux du système d'information.

FIGURE 6-2 : TYPOLOGIE DES DÉFAILLANCES



Sur la base des données relevées de la fiche d'événements (cf. annexe 01), les personnes responsables de la gestion de connaissances reportent les anomalies détectées en leur attribuant un coefficient de pondération qui permet d'évaluer le poids des anomalies, c'est-à-dire leurs impacts sur le bon fonctionnement du processus. Identifier à temps les faits d'une éventuelle déviance revient à augmenter la performance du système en termes d'efficacité.

TABLEAU 6-1 : EXTRAIT DE FICHE D'ÉVÉNEMENTS DES DÉFAILLANCES PROBABLES

Fiche d'événements							
AMDEC : Analyse des modes de défaillance, de leurs effets et criticité							
Date	Localisation	Responsable	Modes	Effets	Causes	Degré de priorité	Durée d'anomalie
29.11.2010	Base de connaissances	Expert ou responsable de la recherche	Interrogation de la base de connaissances	Requête de recherche de similarité erronée	Pas de coefficients de similarités	Haut	2h
03.12.2010	Base de connaissances	Technicien de laboratoire	Manque clé de jonction entre la base source et la base cible	Pas de résultats espérés après le lancement de la requête	Mauvaise requête	Moyen	10 min
08.12.2010	Base de connaissances	Ingénieur de laboratoire	Erreur ou mal appréciation des critères de recherche	Résultat de la recherche contient des redondances	Pas de synchronisation entre la base et la source	Moyen	30 min
17.12.2010	Messagerie électronique	Responsable KIM ou pilote	Non retour de la demande de notification	Aucune validation de la demande similarité	Aucune notification	Haut	>5h
07.01.2011	Base de connaissances	Difficilement détectable	Mauvaise appréciation	Impossibilité de détecter des cas de similarités	Coefficient de similarité inadapté ou mal apprécié	Haut	24h
10.02.2011	Base de données	Détectable que par le DBA ⁴⁰	Recherche d'un cas similaire annoncé	Aucun résultat retourné	Données non formalisées préalablement	Haut	>3
13.01.2011	Base de domaine	Expert ou responsable de recherche	Rendre réutilisable un projet réutilisé	Aucune information sur la réutilisabilité	Attribut de réutilisation non pondéré	Moyen	10h

⁴⁰ DBA : Database Administration

Phase III : pondération des défaillances

Une défaille maximum difficilement détectable par un simple opérateur peut conduire à un désastre onéreux de « gravité irréversible », particulièrement en termes de coûts. A partir des informations contenues dans la fiche d'événements, les acteurs concernés classifient chaque événement selon sa fréquence (Fr), sa détection (De) et sa gravité (Gr). Cette étape consiste en fait à mettre en évidence les défaillances constatées lors du déroulement du processus.

TABLEAU 6-2 : ANALYSE DES DÉFAILLANCES

Fréquence : Fr		Détection : De		Indisponibilité - Gravité : Gr	
1	défaillance max. annuelle	1	Visible par l'opérateur	1	N'altère pas la base de données
2	défaillance max. trimestrielle	2	Détection par un expert	2	Anomalie d'une heure
3	défaillance max. mensuelle	3	Détection difficile	3	Anomalie d'un jour maximum
4	Défaillance min. hebdomadaire	4	Difficilement détectable	4	Anomalie de plus qu'un jour

Phase IV : calcul de criticité

À chaque critère est associé un coefficient de pondération établi préalablement. Le calcul de la criticité définit la gravité des conséquences d'une défaillance par la prise en compte :

- La détermination des **modes de défaillance**,
- La recherche des **causes**,
- L'inventaire des **effets**.

TABLEAU 6-3 : DÉFAILLANCES DE FONCTIONNEMENT PROBABLES

MODES	EFFETS	CAUSES
Interrogation de la base de connaissances	Requête de recherche de similarité erronée	Pas de coefficients de similarités
Non retour de la demande de notification	Aucune validation de la demande similarité	Aucune notification
Difficilement détectable	Mauvaise appréciation	Impossibilité de détecter des cas de similarités

Les défaillances probables du processus Galcon sont présentées dans le tableau 8-5 avec leurs modes, leurs effets et les causes. Nous précisons que ces défaillances sont supposées probables et il y a des risques qu'elles se produisent pendant l'exploitation de la démarche. Donc, une démarche de supervision du processus s'avère nécessaire afin d'intercepter cette éventualité.

TABLEAU 6-4 : ANALYSE SYNTHÉTIQUE DE L'AMDEC – GALCON

Analyse des modes de défaillance de leurs effets et criticités											
Défaillances			Criticité				Actions	Évolution			
MODES	EFFETS	CAUSES	Fr	D _e	Gr	C _r =Fr*D _e * Gr		Fr	D _e	Gr	C _r =Fr*D _e * Gr
Interrogation de la base de connaissances	Requête de recherche de similarité erronée	Pas de coefficients de similarités	1	2	3	6					
Non retour de la demande de notification	Aucune validation de la demande de similarité	Aucune notification	1	2	3	6					
Difficilement détectable	Mauvaise appréciation	Impossibilité de détecter des cas de similarités	2	3	3	18	[A]	1	3	3	6

Les résultats obtenus par l'AMDEC figurant dans le tableau 8-6 synthétisent les diverses interactions entre les différents paramètres permettant de déterminer le seuil critique de la démarche.

Cette criticité permet d'évaluer plus exactement le degré de résilience du système et les mesures correctives à prendre afin d'assurer **sa disponibilité opérationnelle**.

On constate que la plus forte criticité de 18 est associée à la mauvaise synchronisation de processus de similarité due à une mauvaise attribution des coefficients de similarité. Cette anomalie typique dérive d'une mise à jour erronée de la base de connaissances, ce qui rend par conséquent la fonction de recherche de similarité impossible à réaliser. Le responsable direct dans ce type d'anomalies est l'expert métier à qui revient la charge d'estimer la juste la valeur de la similarité.

Donc, une des premières mesures à entreprendre est de réduire la fréquence des défaillances et des effets par des actions de supervision et de maintenance préventive systématique en vérifiant la pertinence des coefficients des similarités chaque trois mois.

Pour pallier ces difficultés, le service de synchronisation des processus représenté par le pilote de la plateforme qui est, lui aussi, chargé de contrôler la synchronisation des données entre la source et la cible, doit entreprendre une action de maintenance préventive systématique en vérifiant le processus de synchronisation et les données affectées tous les trois mois en dehors des heures de travail.

$$MTBF = \frac{\sum t_f}{D} = 3 \text{ mois}$$

Phase V : Actions à entreprendre et amélioration

Pour prioriser les interventions sur le processus, le responsable de la plateforme KM « Pilote » doit pouvoir choisir les moyens et les modes d'intervention les plus adaptés à sa plateforme. De même, un groupe de travail visant à fiabiliser les processus de la démarche Galcon nécessite une méthode structurée pour maintenir le processus à un degré de fiabilité acceptable. Voici quelques indicateurs simples permettant d'aider à la décision.

L'amélioration de l'indice de fiabilité : MTBF

Le MTBF n'est que la moyenne Temps de Bon Fonctionnement, qui inclut les temps d'arrêt hors défaillance et les temps de micro arrêts. La MTBF peut s'exprimer en unités plus parlantes pour les opérationnels. Par exemple : nombre de défaillances pour 100 heures d'exploitation de production.

$$MTBF = \frac{STBF}{\text{nbre. défaillances}}$$

MTBF : Moyenne des temps de bon fonctionnement
 STBF : Somme des temps des bons fonctionnements

Un processus peu fiable dysfonctionne plus souvent ou ne retourne pas des résultats répondant aux exigences établies préalablement. Cela signifie qu'il ne peut rester sans supervision et sans contrôle régulier. Les pertes dues au manque de fiabilité d'un processus sont liées à sa conception « fiabilité intrinsèque » mais aussi aux conditions d'utilisation et aux travaux entrepris pour améliorer sa fiabilité. Ainsi la fiabilisation peut se décliner en actions propres au service maintenance ou en formation pour les personnes qui sont chargées des thématiques de fiabilisation.

Amélioration de la maintenabilité

La maintenabilité se définit comme la probabilité pour qu'une opération spécifique de maintenance puisse être effectuée sur un intervalle de temps donné, lorsque cette même maintenance est assurée dans des conditions précises et avec l'utilisation des procédures et des moyens prescrits. L'indicateur MTTR (Mean Time To Repair), traduit littéralement par le temps moyen pour réparer, exprime la moyenne des temps des tâches de réparation. Il est calculé en additionnant les temps actifs ainsi que les temps annexes de maintenance, le tout divisé par le nombre d'interventions.

$$MTTR = \frac{\text{Temps d'arrêt total}}{\text{Nombre d'arrêts}} = \frac{\sum A_i}{A_i}$$

MTTR : Mean Time To Repair

Amélioration du taux de disponibilité

La notion de disponibilité exprime la probabilité qu'une entité soit en état de "disponibilité" dans des conditions données à un instant précis en supposant que la fourniture des moyens extérieurs soit assurée. La disponibilité ou taux de disponibilité est le rapport du "Temps effectif de disponibilité" / Temps requis ou encore le rapport du Temps de fonctionnement / (Temps de fonctionnement + Temps propre d'indisponibilité). La disponibilité s'exprime en fonction des indicateurs précédents de la manière suivante :

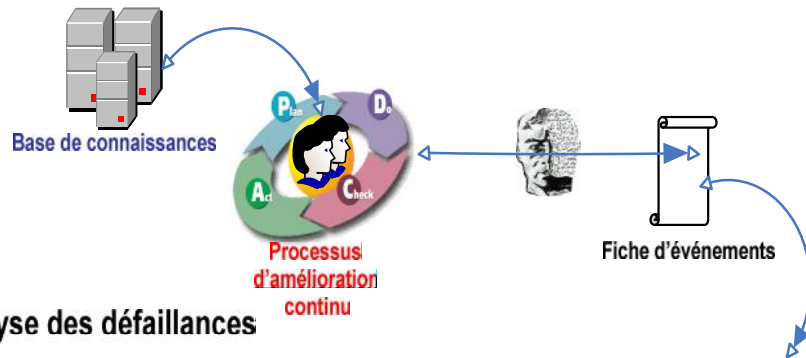
$$\text{Disponibilité} = \frac{\text{MTBF}}{(\text{MTTR} + \text{MTBF})}$$

6.3. SYNTHÈSE DE L'ÉVALUATION DU MODÈLE PAR AMDEC

Les figures ci-dessus donnent une synthèse générale en mode graphique de l'évaluation du modèle proposé selon AMDEC. Nous précisons que cette évaluation a été effectuée sur la base d'une fiche des événements simulés et établie par l'IPM.

FIGURE 6-3 : SYNTHÈSE GRAPHIQUE D'AMDEC

1. Limite de l'étude



2. Analyse des défaillances

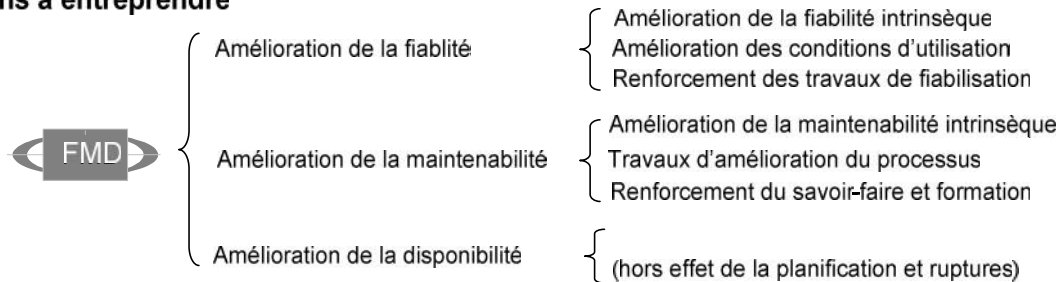
MODES	EFFETS	CAUSES
Interrogation de la base de connaissances	Requête de recherche de similarité erronée	Pas de coefficients de similarités
Non retour de la demande de notification	Aucune validation de la demande similarité	Aucune notification
Difficilement détectable	Mauvaise appréciation	Impossibilité de détecter des cas de similarités

Fréquence : F_r	Détection : D_e	Indisponibilité - Gravité : G_r
1 défaillance max. annuelle	1 Visible par l'opérateur	1 N'altère pas la base de données
2 défaillance max. trimestrielle	2 Détection par un expert	2 Anomalie d'une heure
3 défaillance max. mensuelle	3 Détection difficile	3 Anomalie d'un jour maximum
4 Défaillance max. hebdomadaire	4 Difficilement détectable	4 Anomalie de plus qu'un jour

3. Calcul de criticité

Analyse des modes de défaillance de leurs effets et criticité											
Défaillances			Criticité				Actions	Evolution			
MODES	EFFETS	CAUSES	F _r	D _e	G _r	C _r =F _r *D _e * G _r		F _r	D _e	G _r	C _r =F _r *D _e * G _r
Interrogation de la base de connaissances	Requête de recherche de similarité erronée	Pas de coefficients de similarités	1	2	3	6					
Non retour de la demande de notification	Aucune validation de la demande similarité	Aucune notification	1	2	3	6					
Difficilement détectable	Mauvaise appréciation	Impossibilité de détecter des cas de similarités	2	3	3	18	[A]	1	3	3	6

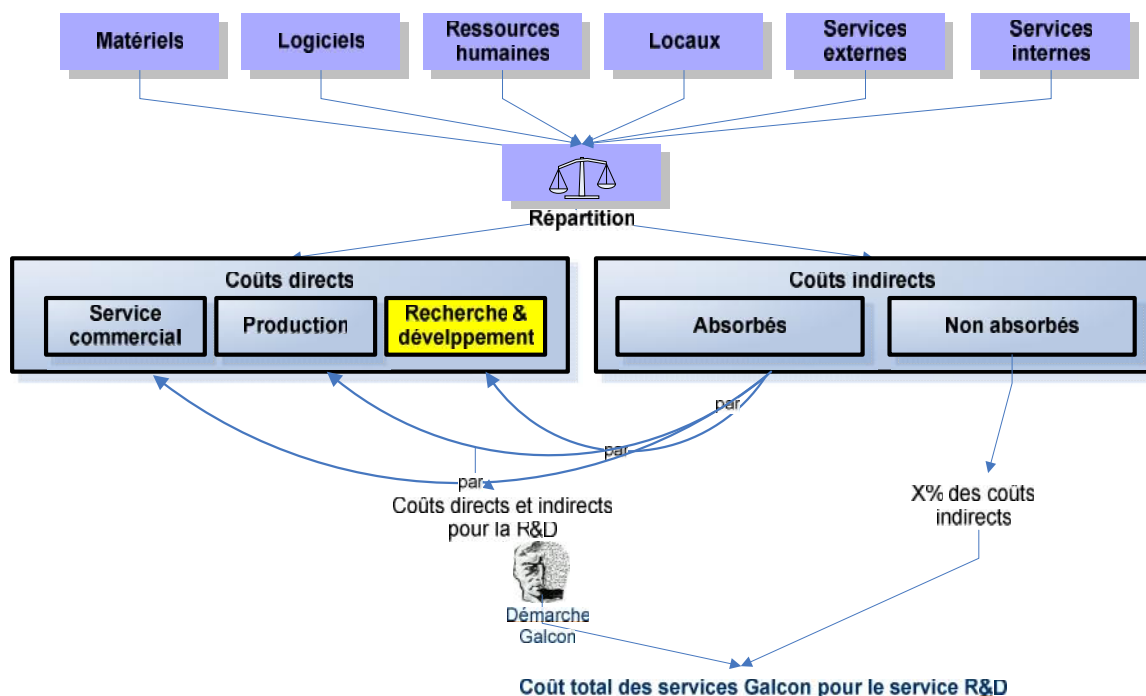
4. Actions à entreprendre



6.4. RÉPARTITION DES COÛTS LIÉE À L'INTRODUCTION DU MODÈLE GALCON

Le calcul des coûts indispensables pour faire fonctionner une unité opérationnelle telle qu'une unité de recherche demande qu'un référentiel soit défini dans le but d'enregistrer et de classer les coûts connus avant de les imputer aux clients potentiels. Plusieurs types de répartitions existent :

FIGURE 6-4 : RÉPARTITION DES COÛTS



- **LA RÉPARTITION EN COÛTS DIRECTS ET INDIRECTS**

Les coûts directs correspondent à des coûts attribuables à un utilisateur d'un service tel qu'un logiciel de statistique dédié à des fins de statistique expérimentale, alors que les coûts indirects concernent les services fournis à un groupe de manière diffuse.

- **LA RÉPARTITION EN COÛT FIXES ET COÛTS VARIABLES**

Ce mode de répartition permet de scinder les coûts entre ceux dont on connaît à l'avance le montant annuel (par exemple achat de logiciel, location de matériel, salaire du personnel) et les coûts variables au cours du temps.

- **LA RÉPARTITION EN COÛTS AMORTISSABLES ET NON AMORTISSABLES**

Les premiers correspondent à l'achat des actifs qui augmentent la valeur de l'organisation, mais dont la valeur se déprécie annuellement. Les seconds correspondent aux dépenses courantes, par exemple les coûts opérationnels.

6.4.1. RÉPARTITION DES DÉPENSES SELON LES CENTRES DES COÛTS

Le classement puis la répartition des dépenses d'un nouveau système ou d'un nouveau service IT tel que le modèle « Galcon » peut se faire par coût direct ou indirect. La question que l'on peut alors se poser est « comment répartir équitablement les coûts indirects aux différents utilisateurs des services qui consomment les services de la démarche Galcon ».

La règle d'or à appliquer dans ce genre d'exercice consiste à identifier les différents coûts engagés dans le processus d'introduction, pour les répartir ensuite sur les différents centres de coûts et finalement les imputer aux services qui vont les consommer.

6.4.2. IDENTIFICATION DES COÛTS ENGAGÉS

On peut tout d'abord repérer les coûts indirects liés au métier de l'utilisateur. Ici, l'application de R&D et les stations de travail sont clairement des coûts indirects.

Matériels	Nbre	Coût annuel Frs.	Type coût	Capital amortis	Répartition des coûts			Centre des coûts en Frs.		
					C*	P*	R&D*	C*	P*	R&D*
• Serveur application	1	8'000	direct	Oui	25%	25%	50%	2'000	2'000	4'000
• Station de travail	4	5'000	direct	Oui	25%	25%	50%	1'250	1'250	2'500
• Routeur	5	2'000	indirect	Oui				0	0	0
• Câblage réseau	100	10'000	indirect	Oui				0	0	0

Ensuite, on doit identifier les coûts indirects absorbés, c'est-à-dire les coûts qui, bien que n'étant pas directement imputables à un utilisateur car mutualisés, représentent néanmoins des composants notoirement utilisés par cet utilisateur. C'est le cas ici d'un serveur d'application ou de réseau.

Logiciels										
• Licence station Linux	3	800	direct	Non			100%			800
• Applications CRM	1	16'500	direct	Non	100%			16500	0	0
KM Galcon	1	10'000	direct	Non		20%	80%	0	2'000	8'000
• Application R&D	1	13'000	direct	Non		30%	70%	0	3'900	9'100
• Application Production	1	16'000	direct	Non		80%	20%	0	12'800	3'200

On répartira le prix en fonction du nombre d'utilisateurs dans chaque service. Pour le service R&D cela représente 15% des effectifs, donc 15% des coûts indirects absorbés. Les coûts indirects non absorbés sont représentés par les salaires, les locaux, les différents contrats, etc. La répartition de ce type de coût peut difficilement se faire par nombre d'utilisateurs étant entendu que la consommation de chaque utilisateur peut être différente en fonction de son utilisation de l'outil. Dans ce cas, le plus simple est de calculer ce qui reste à financer puis en déduire un coefficient à appliquer à tous les services afin de recouvrer l'ensemble des coûts.

Ressources humaines										
• Responsable KM	1	17'000	indirect	Non						
• Admin. système et réseau	1	12'000	indirect	Non						
• Technicien	1	10'000	indirect	Non						
• Consultant	1	5'000	indirect	Non						

Locaux										
• Salle informatique	1	4'000	indirect	Non						
• Salle de stockage	1	1'000	indirect	Non						

Services externes										
• Liaison spécialisée	2	1'200	indirect	Non						
• Connexion internet	1	1'200	indirect	Non						
• Maintenance logicielle	1	5'000	indirect	Non						
• Support technique	1	1'000	indirect	Non						
• Sauvegarde en ligne	1	1'000	indirect	Non						

Services internes										
Climatisation	1	1200	indirect	Non						
• Sécurité	1	1500	indirect	Non						
• Alimentation électrique	1	1000	indirect	Non						

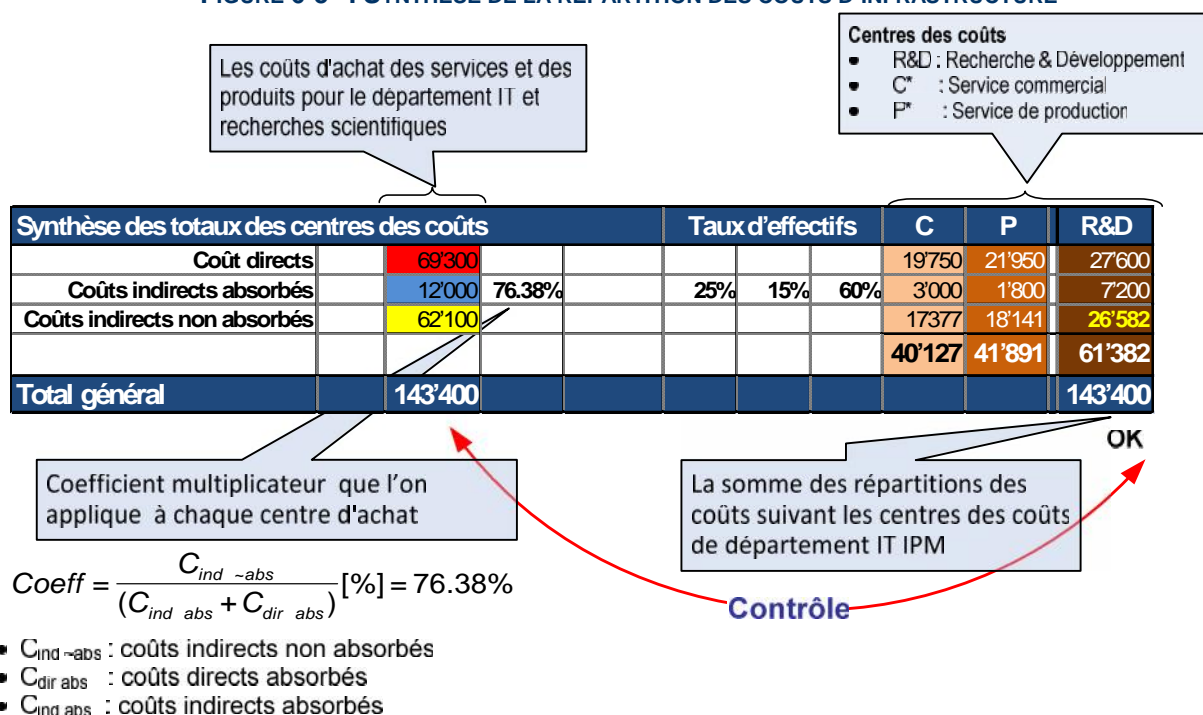
	Coût directs
	Coûts indirects absorbés
	Coûts indirects non absorbés

6.4.3. SYNTHÈSE DE LA RÉPARTITION DES COÛTS LIÉS À L'IMPLANTATION DE GALCON

Pour évaluer le coût global de l'intégration du modèle Galcon dans le système d'information, en l'occurrence le système d'information de l'Institut Pasteur, nous avons besoin de calculer le coût total de possession, TCO. Le calcul de ce coût donne un indicateur d'estimation du coût global de possession de modèle Galcon sur une période de temps, en incluant d'autres coûts liés à sa mise en œuvre et son intégration dans le système. Le tableau ci-contre esquisse les différents coûts de possession occasionnés par l'introduction de Galcon dans la plateforme IPM.

On constate rapidement que les coûts indirects non absorbés représentent plus de 62'100 Frs. que l'on divise ensuite par la somme du total des coûts directs et du total des coûts indirects absorbés. Cela donne alors un coefficient multiplicateur d'environ 76.38%.

FIGURE 6-5 : SYNTHÈSE DE LA RÉPARTITION DES COÛTS D'INFRASTRUCTURE



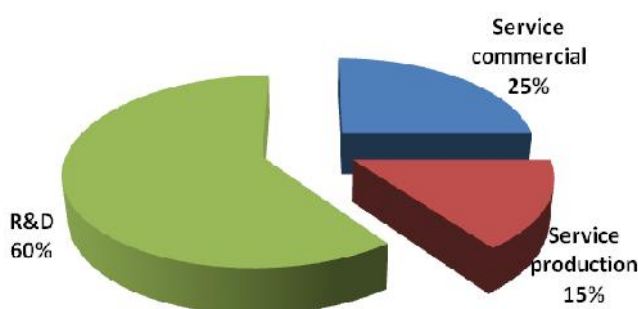
Ce coefficient, on va l'appliquer sur la somme des coûts directs et des coûts indirects absorbés de chaque utilisateur du service. Ce qui donne un coût de facturation du service pour le laboratoire de recherche et développement d'environ

$$(27'600+7200)*76.38\% = 61'382 \text{ Frs.}$$

Le calcul du coût global de possession est une approche qui permet l'évaluation du coût réel d'un nouveau système proposée par le Gartner Group. En plus du prix d'achat, elle prend en compte l'ensemble des coûts durant tout le cycle de vie de service. Cette méthode TCO peut également être intéressante lorsqu'il s'agit de décider d'une technologie ou d'une autre, mais des efforts pédagogiques sont nécessaires pour expliquer aux clients utilisateurs les éléments de ce calcul qui peut surprendre s'il est communiqué trop brutalement.

À titre d'indication, la figure ci-dessous représente la répartition des effectifs par le centre de coût de l'ensemble de l'institut :

FIGURE 6-6 : RÉPARTITION DES CENTRES DES COÛTS



6.4.4. LE COÛT OCCASIONNÉ PAR L'IMPLANTATION DE LA DÉMARCHE GALCON

Les coûts générés par l'implantation de la démarche Galcon dans le Département de recherche de l'IPM sont essentiellement composés des coûts de personnel (contrôle, réalisation, gestion des actifs, etc.). En effet, les plateformes de contrôle de budget et de comptabilité sont souvent achetées par le service financier ou sont issues d'applications classiques. Cependant, si un logiciel spécifique doit être acheté ou développé, son coût serait réparti entre les différents processus des bonnes pratiques de la réalisation d'une application. Bien entendu, le coût global doit être réparti entre les différents utilisateurs qui expriment le besoin de l'utiliser même partiellement.

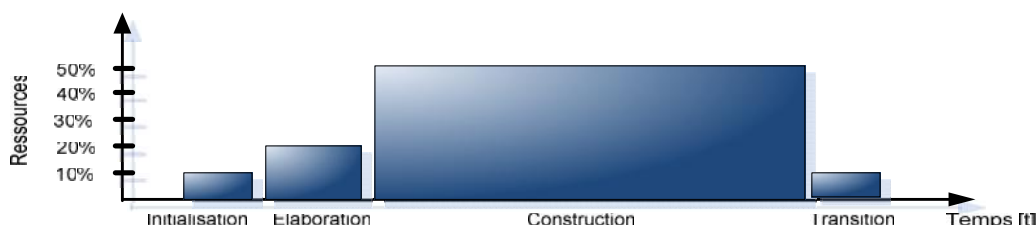
Jusqu'ici, nous n'avons parlé que du coût global de fonctionnement. Comme tout investissement, l'implantation d'une nouvelle démarche génère des coûts et des frais. Il faut, bien entendu, que ces coûts d'investissement rapportent une plus-value au processus de gestion de connaissances et au système d'information de l'organisation. Évaluer le coût de développement d'un nouveau procédé de travail en recourant à de bonnes pratiques, c'est veiller à ce que ce les coûts des phases de développement soit correctement interfacés avec la stratégie de l'organisation, mais par-delà sa valeur propre le budget ne révèle toute sa valeur ajoutée qu'au travers de l'utilisation qui en est faite ultérieurement. Cette utilisation sera facilitée si elle a été correctement incorporée dans la phase d'élaboration du budget. Les points cruciaux qui permettent de s'assurer que le processus de développement de la démarche est bien fondé et que son retour sur investissement est sûr, sont:

- la gestion de la performance,
- le pilotage des risques,
- les responsabilités et les décisions,
- la motivation des ressources humaines,
- l'amélioration de la lecture de l'activité,
- le lien entre les coûts et la consolidation,
- l'actualisation du budget.

6.5. PROJECTION DE PLANIFICATION ET DE DÉVELOPPEMENT

Toutes les phases ne sont pas identiques en termes de planning et d'effort. Bien que ceci change considérablement selon le projet, un cycle de développement initial typique pour un projet moyen devrait prévoir la distribution suivante entre l'effort et le planning:

	Initialisation	Élaboration	Construction	Transition
Effort	~5 %	20 %	65 %	10%
Planning	10 %	30 %	50 %	10%



La traversée de ces quatre phases constitue le **cycle de vie**, ce qui conduit à une **génération** de la démarche Galcon. La première fois, il s'agit du cycle initial. À moins que le produit ne meure, il pourra évoluer selon le même schéma de phases de lancement, d'élaboration, de construction et de transition, mais avec une distribution différente des phases. Ces cycles sont appelés **cycles d'évolution**.

Pour le cycle d'évolution d'une application normale, les phases d'initialisation et d'élaboration seraient considérablement plus petites. Un passage par les quatre phases constitue un cycle de développement; chaque passage par les quatre phases produit une génération du logiciel. Pendant que le produit passe par plusieurs cycles, de nouvelles générations sont produites.

6.5.1. PROFILE DE NOS PROPOSITIONS

Les objectifs espérés de notre travail visent à contribuer à définir une démarche interactive permettant aux entreprises de mieux gérer leurs connaissances, en particulier leur savoir et leur savoir-faire. Les propositions de notre modèle doivent tenir compte des contraintes et des moyens de l'organisation et de lui fournir un moyen de gérer ses connaissances de manière rationnelle à un coût limité. Le tableau 6-6 monte le profile générale de notre modèle en traçant ses forces et ses faiblesse.

LES OBSTACLES

- Peut être perçue comme une surcharge du travail avant même de l'améliorer,
- Difficile d'évaluer et d'estimer le retour sur investissement à court terme,
- Exigence élevée et niveau de la modélisation pouvant paraître complexe,
- Limites technologiques des plateformes supportant les traitements des données,
- Risque de soulever des problèmes de confidentialité,
- Prise en compte des aspects humains.

LES SOLUTIONS

- Projet d'entreprise = convaincre les acteurs + soutien de la direction,
- Adaptation au contexte est une condition nécessaire,
- Réutilisation au maximum des mémoires de projet l'existant,
- Démarche basée sur le juste nécessaire,
- Démarche progressive par niveaux.

LES RÉSULTATS

- **Gains directs :**
 - Diminution du temps de développement,

- Augmentation de précision sur l'estimation de planification,
- Amélioration de précisions de la réalisation des spécifications,
- Amélioration de la qualité,
- Amélioration synergique entre les acteurs.

- **Gains indirects :**

- Recherche d'informations et de solutions techniques,
- Recherche de compétences externes,
- Répétition d'erreurs plus faible,
- Automatisation de certaines tâches,
- Niveau d'innovation plus grand.

LES PERSPECTIVES

- Développer une réflexion globale pour une meilleure intégration des démarches de KM,
- Méthode à adapter aux contextes de projet.

VOIES D'AMÉLIORATION DES RÉSULTATS

- Intégrer les besoins du KM dans les tâches courantes des acteurs,
- Remplacer les rapports de fin de projet par l'enregistrement de retours d'expériences,
- Utiliser l'ensemble des connaissances déjà formalisées,
- Réorganiser, mettre à jours les données réutilisables,
- Intégrer les démarches KM dans les processus métiers.

Nous avons pu valider la démarche de notre prototype sur des données provenant directement des bases de données de l'Institut Pasteur à Casablanca au Maroc dont les schémas sont intégrés dans la base de la démarche Galcon. Il reste à tester le modèle proposé en vrai dans une organisation avec une activité et une taille différente.

Enfin, le modèle qu'avons proposé dans ce travail de thèse joue le rôle de levier pour faire évoluer les mentalités en suscitant la prise de conscience de l'intérêt du travail sur la connaissance et ainsi faciliter l'introduction de démarches d'innovation.

6.6. CONCLUSION DU TROISIÈME CHAPITRE

Dans la première partie du troisième chapitre, nous avons abordé le volet expérimental de notre modèle. À cet effet, nous avons mené une expérimentation pratique au sein de l'Institut Pasteur de Casablanca au Maroc. L'objectif de cette expérimentation est de s'arrêter sur les éléments essentiels pour la mise en place d'un formalisme permettant de gérer et de ré-exploiter les connaissances dans le cadre d'une recherche scientifique en oncovirologie. C'est à travers cette étude que nous avons défini la structure de base de connaissances et des infrastructures requises pour la mise en œuvre d'un tel projet. Le modèle proposé permet la réutilisation :

- Des connaissances des experts et des données référencées,
- Des processus et des processus de résolution de problèmes,
- Des résultats liés à une thématique de recherche donnée.

Nous avons choisi de centrer notre intérêt sur une thématique qui concerne le cancer du sein car il représente une particularité typique liée à des pratiques socioculturelles encore répandues en Afrique du nord comme :

- la consanguinité ; fruit d'une reproduction entre deux individus apparentés;
- l'usage du beurre rance « Smen » pour relever les plats typique de la région.

Le modèle propose une démarche permettant aux chercheurs de ré-exploiter les processus et les synthèses de recherche liées au cancer du sein. Bien évidemment, les connaissances à réutiliser

peuvent se présenter sous plusieurs formes, par exemple des recherches documentaires, des synthèses liées à une expérimentation spécifique ou un processus scientifique ayant un lien avec la pathologie du cancer du sein. La réutilisation de ces processus suppose que l'information est stockée dans une base de connaissances appelée référentiel. Par le biais de ce support, nous fournissons l'expert scientifique la possibilité d'exploiter les expériences relatives à une expérimentation médicale ou scientifique.

Pour les besoins de construction d'une base de connaissance liée à la thématique de cancérologie, nous avons abordé la question du cycle de vie du référentiel en médecine factuelle ou médecine basée sur les faits. La médecine factuelle participe grandement à la construction du référentiel médical qui fera office d'une base de connaissances à partager entre les différents intervenants. Les connaissances stockées dans le référentiel se présentent comme :

- la formulation d'une question clinique claire et précise à partir d'un problème clinique posé
- la recherche dans la littérature d'articles cliniques appropriés sur la pathologie
- l'évaluation critique de la validité et de l'utilité des résultats trouvés (« niveau de preuve »)
- la mise en application des résultats de l'évaluation dans la pratique clinique.

Dans cette partie, nous avons exposé en détail la question du domaine ontologique de l'Institut Pasteur de Casablanca au Maroc, (IPM) afin de faciliter, d'une part, la modélisation des infrastructures, de l'organisation internes et de la répartition des infrastructures matérielles et d'autre part la structure des supports contenant la connaissance à modéliser destinée à être réutilisée. La distance ontologique dont on a parlé lors de modélisation du domaine va nous permettre d'avoir une meilleure approximation pour tracer l'information de la source à la cible. Afin d'obtenir une conceptualisation optimale du domaine, nous avons établi un inventaire plus au moins exhaustif des règles de gestions relatives aux différentes composantes de la base de connaissances. Ensuite, nous avons décelé les relations logiques entre ces différentes composantes, « objets », et les méthodes nécessaires pour traiter ces objets. Du modèle établi, c'est-à-dire du domaine ontologique, nous avons extrait une base de cas qui va nous servir comme source d'instance de classe dans le cas d'un département, par exemple département de recherche. La définition de la base de cas permet de mettre en évidence les diagrammes des classes des cas cibles qui contiennent les attributs évalués par une valeur de pondération de similarité.

Le processus de similarité sera mis en œuvre au sein du mécanisme RàPC afin de déceler une correspondance totale ou partielle entre les cas cibles et sources. À noter qu'une correspondance totale, (perfect matching), n'existe pas lors de la recherche d'une connaissance dans une base, mais. Il y'a une solution approchée obtenue par révision ou reformulation. Donc, pour obtenir une meilleure approximation du cas supposé similaire. Un processus d'adaptation et de filtrage sont nécessaire dans ce sens. L'adaptabilité est d'abord estimée localement, c'est-à-dire pour chaque attribut puis les valeurs d'adaptabilité sont agrégées. L'attribut octroyé par l'expert dépend du contexte et du point de vue, c'est pour cette raison qu'on parle des valeurs approchées et imprécises. Donc, pour absorber l'écart d'imprécision entre les cas recherchés et les cas trouvés, nous avons introduit le mécanisme de reformulation.

Dans la deuxième partie de ce chapitre, nous avons procédé à l'évaluation du coût occasionné par la mise en place du modèle proposé au sein du département de recherche de l'IPM. Par cette évaluation, nous avons cherché à mesurer la robustesse du modèle et sa capacité du supporter le flux transactionnel lors des échanges en interne. L'évaluation de la robustesse et la résistance au stress du flux transactionnel ont été effectuées sur la base de données simulées qui ont été extraites d'une base de données interne. Les données extraites ont été traitées par les processus de la méthode AMDEC qui est une méthode sûreté de fonctionnement qui consiste à identifier au niveau d'un système, les modes de défaillance, leurs causes et leurs effets.

Le volet mise en œuvre et l'évaluation de l'implémentation du modèle consistent, d'une part, à précéder à une analyse fonctionnelle de la plateforme et, d'autre part, à établir un plan d'évaluation qui traite le modèle selon l'enchaînement suivant :

- L'implication des acteurs dans le processus de coopération collective,
- L'analyse des modes de défaillance de leurs effets et de leur criticité – (AMDEC),

- L'analyse des risques inhérents au système,
- L'évaluation du coût global de mise en œuvre du projet.

Au terme de l'application de cette méthode, nous avons déterminé les points faibles du système et d'y apporter des remèdes nécessaires. L'idée est de déceler les opportunités que notre modèle peut apporter à la plateforme en place, de mesurer sa capacité dans le s'intégrer dans le système existant et de traquer les défaillances inhérentes pendant sa mise en œuvre.

En guise de synthèse, des recommandations et des suggestions correctives ont été émises comme le suggère la méthode AMDEC. Les acteurs qui ont été consultés pour établir cette évaluation sont essentiellement le responsable du groupe de recherche, des responsables des unités de recherche, des ingénieurs et techniciens de laboratoire et finalement le responsable du système d'information de l'IPM.

Dans un deuxième temps, nous nous sommes penchés sur la question d'estimation du coût global de l'introduction de démarche Galcon dans le système d'information de l'IPM. Cette évaluation concerne essentiellement les infrastructures à mettre en place pour la mise en œuvre du modèle. Les coûts occasionnés par l'introduction du projet Galcon dans la plateforme existante du département de recherche et le département de service IT de l'IPM. sont essentiellement composés:

- Les coûts directs et indirects,
- Les coûts fixes et coûts variables,
- Les coûts amortissables et non amortissables.

Nous avons calculé le coût total de possession « TCO : Total Cost Ownership » pour mieux évaluer le coût global de l'intégration du modèle proposé dans le système existant à l'IPM. Cet indicateur (TCO) est utile pour estimer le coût d'intégration du modèle sur une période de temps, en incluant d'autres coûts liés à son intégration dans le système.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Dans cette thèse, nous nous sommes attachés à fournir une réponse à la problématique de capitalisation et de réutilisation de connaissances d'expert dans un contexte de connaissances en action. A cet effet, nous proposons une méthode de gestion de connaissances permettant d'exploiter et de réutiliser des connaissances en suscitant des échanges entre les personnes. Le modèle que nous proposons offre une démarche compatible avec les moyens disponibles dans l'entreprise. La démarche que nous proposons consiste à formaliser le contexte d'utilisation des connaissances, dont une partie est déjà présente dans le système d'information de l'entreprise et peut être réutilisée. La mise en relation, grâce à un système de notification et de rétroaction, des personnes travaillant et (ou ayant travaillé) sur des projets similaires au projet en cours de réalisation. Ainsi, le modèle permet d'offrir aux experts un moyen d'aide à la réutilisation de connaissances de la mémoire de projet de l'entreprise lorsqu'il s'agit d'exploiter ou de ré-exploiter une partie (ou l'intégralité) de connaissances.

Dans le premier chapitre, nous avons présenté une analyse détaillée de la problématique de gestion des connaissances de l'entreprise dans une optique de contribution aux objectifs de l'entreprise en mobilisant effectivement la connaissance en cours d'action. L'analyse des travaux qui ont été réalisés dans ce sens nous conduit à repenser la problématique concernant la capitalisation et l'exploitation des connaissances basée sur l'expertise en cours d'utilisation. Nous avons justifié nos recherches sur la notion d'expérience en présentant une étude de plusieurs travaux de la littérature. Ceux-ci proposent de traiter les aspects interaction « experts/métiers » en intégrant la notion de point de vue au sein des systèmes à base de connaissances. Aucun de ces travaux ne permet toutefois de capitaliser et de réutiliser facilement les connaissances expertes sous forme d'expérience. Nous avons alors sélectionné un ensemble de concepts et de formalismes permettant de répondre à notre problématique, c'est-à-dire la modélisation et l'exploitation d'expériences représentées par des cas. Nous avons donc centré nos recherches sur la notion d'expérience et sa réutilisation en intégrant la possibilité de modéliser des connaissances.

Le modèle que nous proposons pour gérer la problématique de la réutilisation de connaissances d'une expérience gravite autour de quatre principes théoriques :

- L'intelligence collective assurant l'échange bénéfique dans un groupe,
- Le transport de connaissances permettant l'optimisation des flux de l'information
- La similarité permettant résoudre la recherche de connaissances par analogie,
- La réutilisation de connaissances favorisant l'exploitation des cas similaires.

Notre modèle repose sur le principe d'envoi et de réception des messages entre personnes lorsqu'il s'agit de la détection d'une recherche de similarité dans le contexte d'une tâche en cours indiquant l'opportunité d'échanger des connaissances. Nous avons sélectionné le raisonnement à partir de cas (notés RàPC) comme outil d'aide à la résolution de problèmes par analogie. Dans le contexte de nos travaux, un cas du mécanisme RàPC représente une expérience. Nous avons proposé le processus de recherche et d'adaptation afin de résoudre un problème courant en intégrant la texture de la connaissance manipulée provenant de différents experts. Pour permettre au processus de recherche de fonctionner correctement, nous avons proposé des mesures de similarité d'adaptabilité d'une expérience passée.

La recherche est, donc, personnalisable selon les utilisateurs afin de tenir compte de la vision de chacun. Nous avons ensuite basé l'adaptation du cas issu de la phase de recherche sur l'exploitation d'un ensemble de contraintes. Celles-ci peuvent être relatives au domaine ou bien représenter des préférences sur les valeurs des caractéristiques du problème. Ensuite, nous avons proposé une méthode permettant de sélectionner et de proposer à l'utilisateur la ou les meilleure(s) solution(s) à son problème, en fonction de la compatibilité du problème source en lien avec les connaissances du domaine et de sa similarité avec le problème initial.

Enfin, dans le troisième et dernier chapitre, nous avons expérimenté nos propositions dans le contexte du domaine de la recherche médicale et scientifique au tour de la thématique du cancer du sein. Notre expérimentation s'est déroulée au sein de l'unité de recherche de l'Institut Pasteur de Casablanca au Maroc. Nous avons pris le cas d'exploitation d'un référentiel de thématique par le fait que son type

de recherche possède des liens étroits avec d'autres thématiques comme la virologie. Nous avons arrêté notre choix sur l'unité de recherche en cancérologie pour ses connections très étendues avec d'autres unités de recherche que ce soit national ou international.

Le modèle a été validé par le groupe de recherche de cette unité de recherches sur la base des données dont les schémas sont intégrés dans le modèle proposé. Une première perspective est de le tester en grandeur nature dans plusieurs groupes de recherches de tailles variables sachant qu'il est plus adapté aux organisations d'une certaine taille, c'est-à-dire celles qui manipulent une masse de données importantes.

En finale, le processus consiste à permettre aux chercheurs de ré-exploiter et de réutiliser les connaissances mises à disposition par un expert sur la base de connaissances, « référentiel ». Ces connaissances peuvent se présenter sous forme :

- De résultats d'une recherche clinique,
- De la documentation autour de la pathologie,
- Des statistiques liées à ce type de pathologie.

Nous avons repris les développements déjà exploités dans le système et les avons appliqués à la problématique de la réutilisation et l'exploitation de connaissances que nous traitons dans cette thèse.

Afin d'évaluer la robustesse du modèle proposé, nous avons recourir à la méthode d'évaluation AMDEC pour déterminer son degré de criticité et sa capacité de résistance aux différentes sollicitations. Dans le but de consolider notre évaluation, nous avons estimé que les actions à entreprendre consiste à améliorer l'indice de fiabilité du modèle, à assurer sa maintenabilité à terme et finalement à augmenter son taux de disponibilité.

Pour évaluer son introduction dans le système d'information de l'IPM et son opérationnalité afin d'imputer les coûts aux utilisateurs du modèle, nous avons classé ces derniers. La répartition et le classement de ces coûts se présentent comme suit :

- **Des coûts directs et indirects** : des coûts directs attribués à un utilisateur d'un service, alors que les coûts indirects concernent les services fournis à un groupe.
- **Des coûts fixes et coûts variables** : les coûts fixes dont on connaît à l'avance le montant annuel et les coûts variables au cours du temps.
- **Des coûts amortissables et non amortissables** : les coûts amortissables valorise l'organisation, mais se déprécie chaque année. Quant aux coûts non amortissables sont des dépenses comme les coûts opérationnels.

Estimer le coût d'achat ou de développement d'une nouvelle application ou d'un nouveau procédé de travail en recourant à de bonnes pratiques, c'est veiller à ce que les coûts des phases de développement soit correctement alignés avec la stratégie de l'organisation, mais par-delà sa valeur propre le budget ne révèle toute sa valeur ajoutée qu'au travers de l'utilisation qui en est faite ultérieurement.

En effet, si une application à usage spécifique est introduite dans le système d'information de l'IPM, les charges d'achat ou de développement sont réparties entre les unités de recherche qui auront recourt à son exploitation effective. La répartition du coût d'acquisition serait, donc, répartie entre les différents processus des bonnes pratiques et le coût global doit être réparti entre les différents utilisateurs qui expriment le besoin de l'utiliser même partiellement.

Enfin, notre démarche pourrait être utilisée comme levier pour faire évoluer les mentalités en suscitant la prise de conscience de l'intérêt du travail sur la connaissance dans l'entreprise et ainsi faciliter l'introduction de démarches d'innovation.

ÉVALUATION DES COMPOSANTES DU MODÈLE

En ce qui concerne l'évaluation du modèle et ses composantes, nous avons pu approfondir les alternatives que nous avons proposées dans le troisième chapitre, c'est-à-dire la concurrence de valeurs d'attributs. La prise en compte du feedback des utilisateurs peut également être utilisée pour améliorer l'évaluation de similarité. Nous avons jugé assez intéressant d'envisager d'utiliser des méthodes statistiques du type datamining sur la base de connaissances « référentiel » de l'unité de recherches afin d'apporter davantage d'aide au pilote, (chargé la synchronisation des échanges entre les acteurs), dans la définition des règles de notification.

Dans la plupart des outils effectuant des mesures multicritères, le choix des caractéristiques est généralement manuel et s'appuie sur une ou des personnes affectées à ces tâches. Il serait utile de proposer des moyens permettant de faciliter ce choix en définissant des indicateurs. Pour l'ingénierie des connaissances, la définition de règles de notification peut être une première approche pour commencer la modélisation d'un domaine. Au fur et à mesure de l'utilisation et de l'affinement des règles, on pourrait alors voir émerger des connaissances du domaine. Ce même processus de définition par affinage successif de règles de notification dans un domaine peu théorisé pourrait être utilisé pour la conception de système d'information dans un contexte de très forte variété.

LES CONTRIBUTIONS ET LES APPORTS DE NOTRE MODÈLE

Le modèle proposé n'a pas la vocation d'établir un audit interne. Il s'agit plutôt de découvrir puis de construire la représentation des processus réels au travers des connaissances que peuvent en avoir les acteurs, chacun pour la part des activités qui leur sont propres. Dans ce sens, nous suggérons qu'elle doit être menée par des experts métiers qui disposent de compétences suffisamment larges pour apprécier ce qui peut être ré-exploité et ce qui ne peut pas l'être.

Dans cette perspective, nos apports pour contribuer à aider l'expert à ré-exploiter et à réutiliser les connaissances se situent à trois niveaux que nous détaillons successivement.

1. Nous proposons une approche de formalisation et d'exploitation de connaissances qui concernent plusieurs thématiques « compétences ou métiers » et plusieurs acteurs « agents ou experts » centrée sur la notion d'expertise. Cette notion n'est pas fréquemment usitée dans les systèmes de capitalisation et de manipulation de connaissances. Généralement, la notion de point de vue par rapport à un contexte donné est exploitée lors de la construction d'un projet à base de connaissances. La formalisation de connaissances sous la forme d'expériences permet à la fois de prendre en compte le contexte d'émergence des connaissances expertes et de saisir des connaissances implicites détenues par les experts.
2. Afin d'assister l'expert dans sa résolution des problèmes, nous avons ajouté au raisonnement à partir de cas RàPC des éléments permettant d'adapter ce mécanisme à notre contexte, c'est-à-dire des connaissances hypothétiques provenant de différents acteurs. On entend par connaissances hypothétiques des connaissances incertaines relevant des points de vue approximatifs des experts.

Les points intéressants qui se dégagent de notre approche sont liés à notre exploitation du RàPC principalement :

- a. La modélisation d'un cas. A priori, les aspects problème et solution ne sont pas identiques pour tous les cas, d'où la nécessité d'adapter la solution. La description d'un problème dépend de chaque acteur dans le projet, en l'occurrence « expert ».
- b. L'ajustement des étapes de recherche et d'adaptation, afin de prendre en compte les besoins de l'utilisateur et notamment de son point de vue sur la situation qu'il décrit, en intégrant la définition de mesures de similarité et d'adaptabilité,
- c. la phase d'adaptation, basée dans un premier temps sur le cas source sélectionné lors de l'étape de recherche, puis permettant d'intégrer la formalisation du problème

par l'expert (cas cible) en mesurant pour chaque solution issue de l'adaptation sa similarité au cas cible.

3. Nous avons également couplé la phase d'adaptation du RàPC à des techniques de satisfaction de contraintes. Cependant, contrairement à la plupart des travaux de la littérature, l'exploitation des techniques de satisfaction de contraintes ne conduit pas, dans notre cas, à formaliser obligatoirement l'ensemble du problème à résoudre sous la forme de problèmes de satisfaction de contraintes.

Finalement, nous avons choisi d'illustrer notre démarche dans le domaine de la recherche scientifique médicale du fait que celui-ci manipule une masse de données importantes qui s'imbriquent entre elles. L'apport de notre modèle permet de combiner les avantages des techniques de satisfaction de contraintes, particulièrement adaptées pour résoudre des problèmes de paramétrisation et de conception de projet en cours de réalisation, avec les dimensions expérience et expertise trop souvent laissées de côté et, pourtant, fréquemment présentes dans le domaine de conception.

LES PERSPECTIVES ET LES HORIZONS DE NOTRE MODÈLE

Les perspectives du modèle s'orientent dans plusieurs directions. D'un point de vue pratique, l'informatisation des démarches et développements devra permettre une validation expérimentale poussée des travaux et la possibilité de disposer d'une plateforme de démonstration pour les services chargés de la gestion des systèmes d'information des organisations. En l'occurrence, l'Institut Pasteur à Casablanca au Maroc, qui a exprimé son intérêt pour ce type de démarche. Cette informatisation pourra également être intégrée à d'autres outils existants afin de permettre un accès ergonomique aux développements proposés.

La personnalisation du mécanisme du Raisonnement à partir des cas (RàPC) doit être reconduite, surtout pendant la phase d'adaptation avec la possibilité de faire intervenir les experts métiers pour guider la diffusion des contraintes par la sélection des contraintes métiers à appliquer. L'interactivité doit être mise en avant afin de permettre à l'utilisateur de participer au système d'aide à la résolution de problèmes. Un point crucial concerne l'acquisition des connaissances hypothétiques, c'est-à-dire des connaissances qui dépendent du point de vue et du contexte. En effet, nous devons offrir la possibilité à l'expert d'exprimer facilement ses connaissances hypothétiques.

Nous estimons que la performance de nos propositions peut être améliorée en étudiant plus précisément l'étape concernant le filtrage pendant le processus RàPC ou encore en élargissant les mécanismes proposés au traitement des cas. Le mécanisme de filtrage que nous proposons est basé sur une exploitation simple de la structure objet des connaissances. Ce processus peut être enrichi en exploitant des connaissances indexées. Par exemple, une diffusion a priori des contraintes techniques peut permettre de résoudre l'espace de recherche avant une sélection plus fine des cas mémorisés. Une diffusion, éventuellement simplifiée, de contraintes métiers sélectionnées peut être couplée à la structure objet de représentation des connaissances. Il est également envisageable d'exploiter les expériences mémorisées pour améliorer l'indexation proposée. Des leçons peuvent être tirées des différentes exploitations de cas, par exemple sur le regroupement possible de cas similaires.

Pour l'aspect des multitudes de cas, nos propositions, bien qu'ayant été développées en ne considérant qu'un seul cas, peuvent être aisément étendues à la prise en compte de plusieurs cas. L'intérêt est multiple, à savoir :

- L'amélioration de la pertinence de la solution proposée par rapport au contexte,
- L'augmentation du nombre de caractéristiques évaluées dans la solution.

Cependant, la prise en compte de plusieurs cas pour l'adaptation nécessite de s'assurer de la possibilité de combiner ces cas, notamment à propos de la structure de chacun d'eux. L'exploitation de contraintes peut permettre d'améliorer ce point.

INTÉRÊTS DE NOS PROPOSITIONS POUR L'ENTREPRISE

Les intérêts que présente notre travail permettent à l'entreprise :

- **de favoriser la réutilisation des connaissances formalisées** ou pas encore formalisées. Pour qu'elles puissent être utilisées ou réutilisées, les connaissances doivent être délivrées aux personnes ayant travaillé sur des cas similaires dans une optique de validation et de mise à jour des connaissances.
- **de faire évoluer les mentalités** en mettant en évidence continuellement les cas de réutilisation de connaissances. Si ces mises en évidence n'aboutissent pas toujours à des échanges et des réutilisations, faute de pouvoir accéder à la connaissance, elles contribueront à convaincre les personnes de la nécessité d'échanger.
- **de favoriser des échanges de connaissances entre personnes**, c'est-à-dire moins de connaissances vulnérables aux départs des personnes, autrement dit moins de pertes de connaissances ou de connaissances qui pourraient être réutilisées dans des projets futurs, ce qui a pour effet de générer une plus-value sur la synergie du groupe.
- **d'ordonner les tâches relatives à la capitalisation des connaissances** suivant les besoins actuels des tâches en cours, ce qui doit apporter **un meilleur retour sur investissement** des moyens affectés à la formalisation des connaissances et la gestion des connaissances proprement dites.
- **de faire bénéficier les autres méthodes de gestion des connaissances** du mécanisme d'intégration dans l'action fourni par notre modèle comme pour les cas de réutilisation suscitant les échanges, une information formalisée ou un lien vers cette information pouvant être joint à la notification envoyée aux personnes concernées. Ceci permet non seulement de délivrer la connaissance formalisée à la personne qui en a besoin, mais de la faire au moment où elle en a besoin.

Au-delà du problème de la réutilisation de connaissances, il est apparu que le domaine du retour d'expérience et de l'exploitation des connaissances métiers est en pleine expansion. Nous envisageons d'étendre l'application de nos travaux à cette. La mémorisation et la réutilisation d'expériences doit notamment permettre de répondre à la problématique de la gestion d'événements négatifs apparaissant dans les processus d'une entreprise. Les propositions développées dans ce travail fournissent un support pour la résolution de la problématique du retour d'expérience par le biais de la ré-exploitation et la réutilisation de connaissances en action. Bien que les objectifs visés se situent au-delà de la réutilisation d'expériences en tant que cas, leur réalisation peut s'appuyer sur la notion d'expérience telle que nous l'avons exploitée. Le retour d'expérience couvre un spectre plus large de connaissances. Il s'étend du traitement de données comme les événements à l'origine d'un dysfonctionnement à la création de connaissances ou la formalisation de règles métiers ou encore de connaissances génériques. La notion d'expérience telle que nous la présentons est alors au centre de ce cycle d'« évolution » de la connaissance.

BIBLIOGRAPHIE

- [A. Tversky; 1977], A. Tversky , Features of similarity, p. 327-352, Psychological Review, vol 84
- [Aamodt et Plaza, 1994] A. Aamodt et E. Plaza. Case-based reasoning : Foundational issues, methodo-logical variations, and system approaches. AICom - Artificial Intelligence Communications, 7(1) :39–59, 1994.
- [Balmisse, 2002] Gilles Balmisse « Gestion des connaissances : Outils et application du Knowledge Management », Edition Vuilbert, Septembre 2002.
- [Barros et al., 2000] B. Barros, F. Verdejo « DEGREE : A system for carryingout and evaluating collaborative learnig experiments in distance learning ». Artificial Intelligence. N°9.pp 27-37.
- [Beaud M. et al 2008] : « L'art de la thèse » - Edition : La découverte
- [Bekhti, 2003] Bekhti S. (2003), « DYPKM : Un Processus Dynamique de Définition et de Réutilisation de Mémoire de Projet », Thèse de l'UTT, spécialité Réseaux, Connaissances et organisations, 17 Décembre 2003.
- [Bonnardel, 1992] Bonnardel N., Le rôle de l'évaluation dans les activités de conception, Thèse de Doctorat en Psychologie Cognitive, Université d'Aix en Provence, Aix en Provence, 1992.
- [Bouvier Alain. et 1998], « Organisations déconcertées – la stratégie de connaissances” - Masson
- [Brice,1999]: BRICE A. - Design Rationale Management (DRAMA),
<http://www.quantisci.co.uk/drama>.
- [Brooking, 1999] Brooking A. (1999). Capturing Knowledge within the Organization. In: Corporate Memory: Strategies for Knowledge Management, International Thomson Business Press, London, p. 61-75.
- [Bucciarelli, 1988] L. Bucciarelli, « An ethnographic perspective on engineering design » 1988. Design studies, Vol. 9, n°3, pp 159-168., juillet.
- [Buckingham Shum, 1997] BUCKINGHAM SHUM S., "Representing Hard-to-Formalise, Proceedings of AAI Spring Symposium on Artificial Intelligence in Knowledge Management, P.9-16 (1997);
<http://ksi.cpsc.ucalgary.ca/AIKM97/AIKM97Proc.html>
- [Cantzler, 1997] Olivier CANTZLER, Thèse de Doctorat « Une architecture conceptuelle pour la pérennisation d'historiques globaux de conception de produits industriels complexes », Ecole Centrale de Paris, Avril 1997.
- [Chandrasekaran, 1989] Chandrasekaran, B. "A framework for design problem solving", Research in Engineering Design, Vol. 1, No. 2, 1989, pp. 75-86.
- [Chandrasekaran, 1990] Chandrasekaran, B. "Design Problem Solving: A Task Analysis"; AI Magazine, winter 1990.
- [Chandrasekaran et al, 1993] Chandrasekaran, B., Goel, A.K., Iwasaki, Y. "Functional representation as design rationale", IEEE Computer, January 1993, pp. 48-56.
- [Charlet et al, 1999] Jean Charlet (DSI/AP-HP), Nathalie Aussenac-Gilles (IRIT),
- [CMM, 1991] Paulk, M.C, Curtis, B., Chrissis, M.B. et al., Capability Maturity Model for Software (CMU/SEI-91-TR-24, ADA240603). Pittsburg, PA: Software Engineering Institute, Carnegie Mellon, University, August 1991.
- [Cobos et al, 2002] R. Cobos, J.A.Esquivel, X. Alaman, "IT Tools for knowledge Management: A study of the current Situation. European Online Magazine for IT professional, vol.3, N°1, February 2002. <http://www.upgrade-cepis.org/issues/2002//1/upgrade-vIII-1.html>.
- [Cranefield et al., 1999] Cranefield, S. et Purvis, M. (1999), UML as an ontology modelling language. Dans: Proceedings of the Workshop on Intelligent Information Integration, 16th International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI'99), Stockholm, Sweden. 84,132.
<http://sunsite.informatik.rwth-aachen.de/Publications/CEUR-WS/Vol-23/cranefield-ijcai99--zhu>
- [Daimler, 2000] Daimler Chrysler (2000).methodology and tools Oriented to Knowledge-based engineering Applications, MOKA project ESPRIT, deliverable D4.3, final version, 26 juin.
- [Darses, 1997] Darses F., « L'ingénierie concourante: un modèle en meilleure adéquation avec les processus cognitifs de conception », Bossard P., Chanchevriér C. and Leclair P. (Eds), Ingénierie concourante : de la technique au social, Economica, 1997.
- [Davenport et al., 1998] Davenport T.H., Prusak L. (1998). Working Knowledge : How Organizations Manage What They Know. Harvard Business School Press, Boston.
- [Davies, 2001] J. Davies, "Supporting Virtual Communities of Practice". Industrial Knowledge

- Management, Springer-Verlag, London, 2001.
- [Delattre, 1985] Delattre, P., (1985). Système, structure, fonction, évolution. Essai d'analyse épistémologique. Collection recherches interdisciplinaires. Ed. Maloine, Paris.
- [Deneux, 2002] Dominique DENEUX HdR Méthodes et modèles pour la conception concourante, l'Université de Valenciennes et du Hainaut Cambrésis 2002.
- [Dieng et al, 2000] : R. DIENG, O. CORBY, A. GIBOIN, J. GOLEBIEWSKA, N. MATTA, M. RIBIERE, "Méthodes et outils pour la gestion des connaissances", Dunod, Paris, 2000.
- [Dietinger et al., 1998] T. Dietinger, C. Gütl, H. Maurer, K. Schmaranz, « Intelligent Knowledge Gathering and Management as New Ways of an Improved Learning Process ». Proceedings of AACE WebNet'98 Conference, Orlando, Florida USA. 7-12 Novembre, 1998. pp 244-249. www2.iicm.edu/cguetl/papers/webnet98/webnet98_final.pdf.
- [Dinsdale, 1991] Dinsdale J., (1991). Engineering design education, CIRP annals manufacturing technology, vol. 40/2 pp 595- 601.
- [Doumeingts, 1984] Doumeingts, G. (1984), méthode GRAI, méthode de conception des systèmes en productique, Thèse de doctorat d'état, Université Bordeaux 1.
- [Drucker, 1993] Peter Drucker. Au-delà du capitalisme, la métaphore de cette fin du siècle. Dunod Paris, 1993.
- [Dugué E. 1994] Dugué E., La gestion des compétences : les savoirs dévalués, le pouvoir occulté, Sociologie du travail, n°3, p. 273-291, 1994.
- [Durruvu et al., 1989] Durruvu, S., et al., (1989) Knowledge based systems applications in engineering design : research at MIT. AI Magazine, 10(3), 79-96.
- [Dubois et al., 1997] Dubois, D., Esteva, F., Garcia, P., Godo, L., Lopez de Mantaras, R., Prade, H., Fuzzy set-based models in case-based reasoning, IIIA Research Report 97-09. 2nd International Conference on Case-Based Reasoning, ICCBR'97, Providence, Rhode Island, USA, 25-27 July,
- [Edgar Morin. et 1977], « La Méthode » : Edition : le Seuil,
- [Ermine et al., 1996] Ermine J.L., Chaillot M., Bigeon P., Charenton B. et Malavielle D., MKSM a method for knowledge management, Knowledge management : Organization, Competence and Methodology, Proc. Of ISMICK'96, Rotterdam, 21-22 1996, Advances in Knowledge Management, vol. 1, Würzburg, Ergon Verlag, pp. 288-302.
- [Ermine, 1996] Ermine J.L Les systèmes de connaissances. Hermès, 1996.
- [Ermine, 2000] Ermine, J.L, Capitaliser et partager les connaissances avec la méthode MKSM. A parître in Traité IC2 (Information, Communication, Commande), Volume Capitalisation des Connaissances, Hermès, 2000.
- [Ermine, 2003] J.-L. Ermine. La gestion des connaissances, Hermes, 2003. Science
- [Ermine J.L. 2004] - «Les systèmes de connaissances», Edition : Hermès 2004.
- [Festinger, 1957] Festinger L., A theory of Cognitive Dissonance, Evanston Row Peterson, 1957.
- [Firestone, 2001] Joseph M. Firestone. Keys issues in Knowledge Management. Knowledge And innovation, Journal of the KMCI, Volume 1 N°3, 15 Avril 2001. <http://www.DKMS.com>
- [Ganascia, 1990] Jean-Gabriel GANASCIA « L'âme machine », Seuil, 1990.
- [Gardarin, 1999] Georges GARDARIN, « Bases de Données : Objet et Relationnel », Eyrolles Janvier 1999.
- [Gardarin, 2003] Georges GARDARIN « Bases de données », Eyrolles 5ème tirage 2003.
- [Gero, 1987] Gero, J.S. "Prototypes: a new schema for knowledge based design", Tech. Rep., Architectural Computing Unit, Dept. Architectural Sci., 1987.
- [Giard, 1991] V. GIARD, "Gestion de projets", Edition ECONOMICA, Paris, 1991.
- [Grundstein et al, 1999] Grundstein, M. Barthès, J-P .A.. An Approach to Enterprise Knowledge Capitalization. In Knowledge Management. Enterprise, Network and Learning. Advances in Knowledge Management. Germany, 2,1999, 151-159.
- [Harani, 1997] : HARANI Y., "Une Approche Multi-modèles pour la Capitalisation des Connaissances dans le Domaine de la Conception", Thèse de l'INPG, spécialité en Génie Industriel, 19 Novembre 1997.
- [Hammond, 1990] K. J. Hammond. Explaining and Repairing Plans that Fail. AI Magazine, 45 (1-2) :173-228, 1990.

- [ISO, 1987] ISO, Quality Systems – Model for Quality Assurance in Design/development, Production, Installation and Servicing, 1987.
- [ISO, 1991] ISO, ISO 9000-3, Quality Management and Quality Ass. Standards Guidelines on the application of ISO90001 to the development, Supply and maintenance of software, 1991.
- [J. Stewart, 1996] Stewart J., Atelier de travail Cognition naturelle et cognition artificielle, 2ème Colloque Jeunes Chercheurs en Sciences Cognitives, Giens, France, 5-7 juin 1996.
- [Karsenty, 1994 ; al. 1994] : Karsenty L. "L'explication d'une solution dans des dialogues de conception". Thèse de doctorat d'Ergonomie Cognitive de l'Université Paris VIII, Juillet 1994.
- [Kerzner, 1998] Kerzner H. (1998). Project Management: A System Approach to Planning Scheduling and Controlling. John Wiley and Sons, New York.
- [Klein, 1993] Klein, M. "Capturing Design Rationale in Concurrent Engineering Teams", IEEE Computer Support for Concurrent Engineering, January 1993, pp. 39-47.
- [Kleiner et al, 1999] Kleiner A., Roth G. (1999). L'expérience comme guide de l'entreprise. In: Le Knowledge Management, Harvard Business Review, Editions d'organisation, p. 177-196.
- [Kogut et al., 2002] Kogut, P.A., Cranefield, S., Hart, L., Dutra, M., Backlawski, K., Kokar, M. et Smith, J. (2002), UML for ontology development. The knowledge Engineering Review, Vol. 17, N°1, p. 61-64. 84,132.
- [Labrousse, 2004] Labrousse M., (2004), « proposition d'un Modèle Conceptuel unifié pour la Gestion Dynamique des Connaissances d'Entreprise », Thèse de l'Ecole Centrale de Nantes, spécialité Génie Mécanique, 13 Juillet 2004.
- [Latombe, 1977] Latombe, J.C. "Une application de l'intelligence artificielle à la conception assistée par ordinateur: le système TROPIC », Thèse de Doctorat d'Etat Es-Sciences en mathématiques, Grenoble, France, 1977.
- [Le Moigne, 1994] Le Moigne, J.L., (1994). La théorie du système général. Théorie de la modélisation. 4ème Ed. PUF.
- [López et al., 1999] M. Fernández López, A. Gómez-Pérez, J. Pazos Sierra, et A. Pazos Sierra. Building a Chemical Ontology Using Methontology and the Ontology Design Environment. IEEE Intelligent Systems, 14(1) :37–46, 1999.
- [Maier, 2002] R. Maier, "State-of-Practice of Knowledge management Systems: Results of an Empirical Study". European Online Magazine for IT professional, Vol. 3, N°1, February 2002.
- [Malhotra et al, 1980] Malhotra, A., Thomas, J., Carroll, J., & Miller, L. (1980) Cognitive processes in design. International Journal of Man-machine Studies, 12, 119-140.
- [Malhotra, 2000a] Yogesh Malhotra, Knowledge Management for E-business Performance: "Advancing Information Strategy to Internet Time, Information Strategy, the executive's journal, vol.16 .(4), Summer 2000.
- [Marino et al., 1990] O. Marino, F. Rechenmann, P. Uvietta, Multiple perspectives and classification mechanism in Object-oriented Representation, Proc. 9th ECAI, Stockholm, Sweden, p. 425-430, Pitman Publishing, London, August 1990.
- [Matta et al, 1999a] Matta N. et al. (1999a), Ribière R., Corby O. Définition d'un modèle de mémoire de projet, Rapport de Recherche INRIA N. 3720, Juin 1999.
- [Matta et al, 1999b] Matta N. et al. (1999b). Méthodes de capitalisation de mémoire de projet, Rapport de Recherche INRIA N. 3819, Novembre 1999.
- [Matta et al., 2000] N. MATTA, M. RIBIERE, O. CORBY, M. LEWKOWICZ, M. ZACKLAD, "Project Memory in Design", Industrial Knowledge Management - A Micro Level Approach, Rajkumar Roy (Eds), Springer-Verlag, 2000
- [McCullough et al., 1998] McCullough D., Korelsky T. et White M. - Information Management for Release-based Software Evolution Using EMMA, Software Engineering and Knowledge Engineering, 1998.
- [McElroy, 2002] Mark. W. McElroy. The new Knowledge Management: Complexity, Learning and Sustainable Innovation. Knowledge Management Consortium International Press. November, 2002.
- [Mekhilef et al, 2003] Mekhilef M., Kelleher D, Olesen A, "European Guide to Good Practice in Knowledge Management – Chapter 1 – Terminology", site du Knowledge Board, 2003.
- [Muller, 1997] Muller P.A Modélisation objet avec UML. Eyrolles, Avril 1997.

- [Nonaka et al, 1995] Nonaka, I., Takeuchi, H., The knowledge creating company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation. Oxford University Press, p284, 1995.
- [OMG, 2003b] OMG: OCL Response to the UML 2.0 OCL RfP (ad/2000-09-03). Revised Submission, Version 1.6 January 6, 2003. OMG Document ad/2003-01-07, disponible à <http://www.omg.org/docs/ad/03-01-07.pdf>
- [OMG, 2005] OMG: UML Unified Modelling Language Specification version 1.3 <http://www.omg.org/uml, 2005>.
- [Polanyi, 1996] Michael Polanyi, The Tacit Dimension. Routledge and Jegan Paul, 1996, London, UK.
- [Pomian, 1996] Pomian J. (1996). Mémoire d'entreprise : techniques et outils de la gestion du savoir. Éd. Sapientia.
- [Prat et al, 2003] Prat C., Mira-Bonnardel S., « Influence de la veille stratégique sur le processus de conception », CONFERE, UTBM, 2003.
- [Prax, 1997] Prax, Jean-Yves PRAX (1997) Manager la connaissance dans l'entreprise, les nouvelles technologies au service de l'ingénierie de la connaissance. INSEP éditions.
- [Prusak, 1999] Larry Prusak. Where did Knowledge Management come from Knowledge Directions, Institute of Knowledge Management, Fall 1999.
- [Reuchlin, 1981] REUCHLIN M., Psychologie, PUF, Paris, 1981.
- [Rittel, 1972] Rittel, H. "On the planning crisis: Systems analysis for the first and second generations", Brediftsokonomien, N°8, 1972.
- [Ryle, 1984] G. Ryle, «The concept of Mind», University of Chicago Press 1984.
- [Richter, 1998] M.M. Richter. Introduction. Dans Lenz et al. [Lenz et al., 1998], chapter 1.
- [Riesbeck et Schank, 1989] C. K. Riesbeck et R. C. Schank. Inside Case-Based Reasoning. Lawrence Erlbaum Associates, Inc., Hillsdale, New Jersey, 1989.
- [Saloff, 2000] Michel Saloff-Coste. Le petit livre blanc du management des connaissances, 2000.
- [Scardamalia et al, 1999] M. Scardamalia et C. Bereiter "Student Communities for The Advancement of Knowledge". Communications of the ACM. Vol 39, N°4. April 1996. p 36-37
- [Schreiber et al, 1999] Schreiber G., Akkermans H., Anjewierden A., De Hoog R., Shadbolt N Van der Velde W., Wielinga B., "Knowledge Engineering and Management: The CommonKADS Methodology", The MIT Press, ISBN 0-262-19300-0, 1999.
- [Simon, 1969] Simon, H.A. « The Sciences of the artificial », MIT Press, 1969.
- [Simon, 1996] Simon G.: « Knowledge Acquisition and modeling for corporate memory: lessons learnt from experience », Proceedings of the 10th Knowledge Acquisition for Knowledge-based Systems Workshop (KAW'96), pp. 41/1-41/18, 1996.
- [Skyrme, 1999] David Skyrme Associates. Knowledge Management: Making sense of an oxymoron. Management Insight No. 2, 1999.
- [Schreiber et al., 1999] G. Schreiber, H. Akkermans, A. Anjewierden, R. de Hoog, N. Shadbolt, W. Van de Velde, et B. Wielinga. Knowledge Engineering and Management – The CommonKADS Methodology. MIT Press, 1999.
- [Steels, 1993] STEELS L. - Corporate Knowledge Management, Management of Industrial and Corporate Memory, Proceedings of ISMICK'93, Compiègne 1993.
- [Stephanopoulos, 1989] Stephanopoulos, G. (1989). Artificial intelligence and symbolic computing in process engineering and design. Proceedings of the 3rd International Conference on foundation of computer aided design. Snowmass Village, Colorado, USA. pp 21-47. 9-14
- [Studer, 1999] R. Studer: Informations und Wissensmanagement. Lecture at the Institute AIFB, University of Karlsruhe, 1999.
- [Smyth, 1996] B. Smyth. Case-Based Design. PhD. thesis, Trinity College, University of Dublin, April 1996.
- [Sure et al., 2002] Y. Sure, M. Erdmann, J. Angele, S. Staab, R. Studer, et D. Wenke. OntoEdit : Collaborative Ontology Development for the Semantic Web. Dans Proc. of the first International Semantic Web Conference 2002, ISWC 2002, volume 2342 de Lecture Notes in Computer Science. Springer, 2002.
- [Tarondeau J.-C. ; 1998] Tarondeau J.-C., Le management des savoirs, P.U.F., 1998.

- [Tiwana, 2001] Tiwana A., "The essential Guide to Knowledge Management", Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 2001.
- [Tollenaere, 1996] TOLLENAERE M., " Du modèle produit au modèle de conception : une démarche d'intégration de connaissances ", GI'5 : 5e Congrès International de Génie Industriel, Tome II, pp.277-286, Grenoble - France, 2-4 Avril 1996.
- [Vogel 1988] Claude VOGEL. Génie Cognitif, Masson, 1988.
- [Weick K. ; 1991] Weick K., The non-traditionnal quality of organizational learning, Organization Science, vol. 2, n° 1, p. 116-125, février 1991.
- [Wenger, 1999] Wenger, E. Communities of Practice: The Key to Knowledge Strategy. Knowledge directions, the Journal of the Institute For Knowledge Management, 1999.
- [Yoshikawa, 1989] Yoshikawa, H., (1989). Design philosophy : the state of the art , CIRP annals manufacturing technology, Vol. 38/2, pp. 579-586.
- [Zara Olivier. et al 2008], « Le Mangement de l'intelligence collective », Edition : M21

SÉMINAIRES

ET

PUBLICATIONS

:

- [C. Marois. 2005] - «Techniques d'enquête et d'analyse»,
 [A. Schmitt 2003]: "Etude de cas Country Coordinating Mechanism Maroc"
 [D. Biggar 2002]: " Les perspectives de développement du secteur "
 [F. SAINT-CAST, F. FAGNANI 2006]: "L'impact macro-économique de l'industrie pharmaceutique"
 [C. THIBIERGE 2006]: " La valorisation économique des firmes pharmaceutiques : théorie et pratiques"
 [J-M LAURENT 2007]: " KM : Ses 3 coordonnées : connaissances, informatique et management"
 [Dieng et al 2000], « Methods and tools for corporate Knowledge Management"
 [Van Heijst et al, 1996], «Organizing corporate memories"
 [McLean et al., 1991], "Questions, Options, and Criteria: Element of Design Space Analysis"
 [B. NewmanA], "Framework for Characterizing Knowledge Management Methods, Practices, and Technologies", 1999
 [A. Gaffar, H. Javahery], "A Pattern Framework for Eliciting and Delivering UCD", 2001
 [J-L. ERMINE], "Le transfert intergénérationnel des savoirs : une problématique de « Knowledge Management » ? », 2001

MÉTHODES ET OUTILS ET OUTILS

- [OMG, 2003]: "Object Management Group of united modelling language specification"
 [OMG, 2003a] J: OMG – OCL Response to UML 2.0 OCL RfP
 [AFNOR, 1990] AFNOR, NF X50-150- Analyse de la valeur, caractéristiques fondamentales, 1990.
 [AFNOR, 1991] AFNOR (1991) X50 50-105, "Le management de projet" : concepts, Paris, août 1991.

REVUES ET MAGAZINES

- [Mission économique, 2007]: « Les perspectives de développement du secteur pharmaceutique»
 [Novartis, 2007] : « Au Symposium 2008 de la Fondation Novartis pour un Développement Durable»
 [Commission européenne, 2007]: «Enquête Sectorielle dans le domaine pharmaceutique »
 [Gartner, 2002J] : « Content Management: Key to Success in Knowledge Management »
 [NASA Publication, 2002]: « STRATEGIC PLAN FOR KNOWLEDGE MANAGEMENT »
 [GAO , 2007]: «Sound Investment Decisions for Ares I but Still Faces Challenging Knowledge Gaps»

RÉFÉRENCES EN LIGNE

- <http://www.pasteur-international.org/ip/easysite/pasteur-international/reseau-international-des-instituts-pasteur/le-reseau>
<http://www.pasteur-international.org/ip/easysite/pasteur-international/reseau-international-des-instituts-pasteur/le-reseau/institut-pasteur-du-maroc>
<http://hal-pasteur.archives-ouvertes.fr/index.php?halsid=6r79cnvufcd3ecgn9eq44p0gl4>
http://tel.archivesouvertes.fr/index.php?halsid=9vk3ibkuuo3ihj75r9db22bjs7&action_todo=home
http://tel.archivesouvertes.fr/index.php?halsid=fghjo5ej21e2pnglqlf270urp2&action_todo=browse&b_type=browse_tampon

<http://www.veille.com>
<http://www.scip.org>
<http://www.ege.eslscs.fr>
<http://www.blueprint-technologies.com/products/index.html> :
<http://members.pingnet.ch/gamma/JHD-5.1.zip> : « Téléchargement du cadriciel JHotDraw »
<http://www.rational.com> : « Site de Rational Rose »
http://www.image-zafar.com/index_alceste.htm

<http://www.pasteur-international.org/ip/easysite/pasteur-international/reseau-international-des-instituts-pasteur/le-reseau/institut-pasteur-du-maroc>
<http://www.pasteur-international.org/ip/easysite/pasteur-international/reseau-international-des-instituts-pasteur/le-reseau>
http://www.qualiteonline.com/rubriques/rub_3/dossier-37.html
http://tel.archivesouvertes.fr/view_by_stamp.php?&halsid=oh3eou2i0i4bv21dgfpfis1hu4&label=LPA-THESE&langue=fr&action_todo=view&id=tel-00430590&version=1
<http://nsisolution.wordpress.com/2008/09/11/quest-ce-qui-distingue-le-flux-pousse-du-flux-tire-flux-push-pull/>
http://www.memoireonline.com/07/08/1366/m_le-knowledge-management-avantage-competitif-pour-les-pme14.html#SHAPE
<http://hal.archives-ouvertes.fr/>
<http://k.cognitic.com/>
<http://www.zeknowledge.com/index.htm>

http://iris.cnrs.fr/~tdjouad/IGC/S7/igc_rapc%20Folder/rapc_session3_cycle_raisonnement.html
http://barthes.ens.fr/scpo/Presentations00-01/Caillard_IntelligenceCollective/intcol.htm

ANNEXES

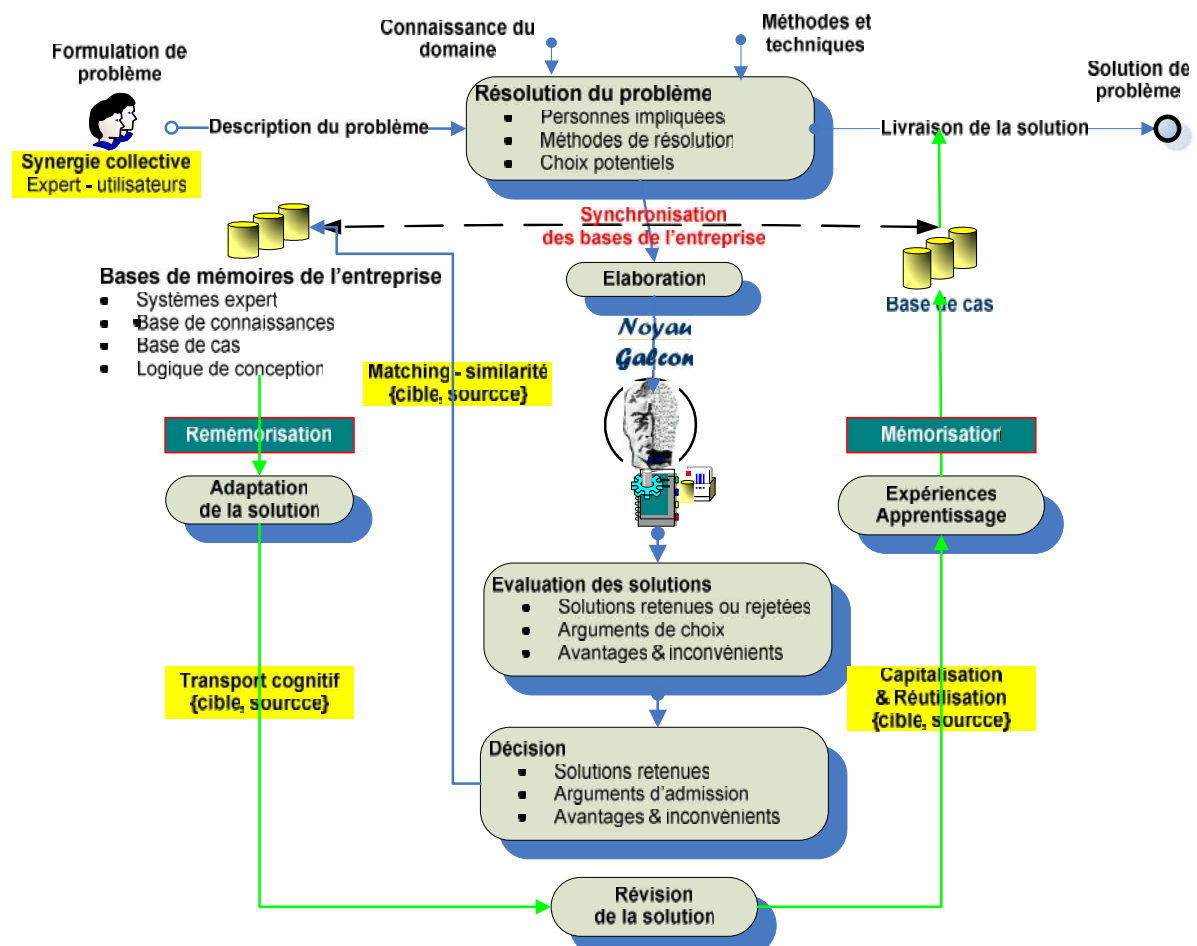
ANNEXE A : RAISONNEMENT A PARTIR DE CAS - POSITION

Nous étudions ici brièvement le raisonnement à partir de cas qui présente quelques points communs avec l'approche que nous proposerons. Cependant, notre approche ne peut pas être assimilée à du raisonnement à partir de cas.

Le raisonnement à partir de cas (ou « case based reasoning » (CBR) en anglais) permet le développement de SBC. Dans ces systèmes de RàPC, l'expérience des « experts » est mémorisée sous forme de cas. Ainsi, les experts fournissent leurs expériences passées sous forme de cas au système avec leur solution ; le système de RàPC infère des solutions par analogie entre une nouvelle situation qui leur est soumise et les cas mémorisés.

Le principe de fonctionnement du raisonnement à partir de cas est basé sur un mimétisme du comportement humain tel qu'il a été analysé par des travaux en psychologie sur la mémoire et l'expertise humaine. Le RàPC est plus proche du raisonnement humain en mémorisant des expériences correspondant à des situations passées.

LE MODÈLE GALCON ET LE CYCLE DU RÀPC



Comme le montre la figure ci-dessus, on peut distinguer plusieurs étapes⁴¹ compose le cycle du raisonnement à partir de cas. D'abord l'étape de **remémoration** consiste à sélectionner parmi les cas

⁴¹ Aamodt A., Plaza E., Case-based Reasoning : Fundamental Issues, Methodological Variations, and System, AI Communications 7(1), 1994

passés ceux qui sont le plus similaire au nouveau cas à traiter. Cette étape fait appel à un mécanisme de mesure de similarité entre le nouveau cas et les anciens cas : seuls les cas les plus similaires continuent les étapes suivantes. Les solutions des cas remémorés sont adaptées en fonction de leurs différences avec le nouveau cas pour donner une solution suggérée qui conviennent mieux au nouveau cas. Cette solution est ensuite vérifiée et corrigée si nécessaire. Cette étape souvent manuelle permet de ne pas rester sur un échec. Une fois la solution confirmée, le cas ainsi corrigé peut être **appris**, c'est-à-dire être intégré dans la base de cas et d'être pris en compte pour la l'étape de remémoration des prochains nouveaux cas.

Le RàPC apporte une alternative aux systèmes à base de règles qui sont complexes à maintenir et mal adaptés à la mémorisation d'expériences ou d'exceptions. En général, l'ingénierie des connaissances est moindre pour un système de raisonnement à partir de cas. La base de cas apparaît plus modulaire et permet d'accumuler un très grand nombre de cas de façon à pouvoir couvrir l'expertise d'un domaine. Les cas peuvent dans certains cas être acquis automatiquement à partir de bases de données. Le RàPC est également plus satisfaisant en ce qui concerne l'explication des solutions proposées que sont tous les cas retrouvés comme autant d'exemples similaires à la situation à traiter. Les systèmes de RàPC peuvent avoir des capacités d'apprentissage leur permettant de corriger leurs erreurs et d'accroître leur expertise de façon incrémentale au fur et à mesure de leur utilisation.

Nous avons vu que ces systèmes ont beaucoup d'avantages, mais ils aussi quelques limites. Ces systèmes utilisent aveuglément leur expérience et il est parfois nécessaire de contrôler l'apprentissage des cas afin d'éviter d'apprendre des cas redondants (ou trop similaire) afin de ne pas ralentir les temps de réponse et de se méfier des cas trop exceptionnels dont la description trop générale ne refléterait pas ce caractère exceptionnel.

D'autre part, le fait d'adapter une solution passée plutôt que de redéfinir une solution pour le nouveau cas peut conduire à générer des solutions non optimales dans l'absolu et à peu de créativité. Cependant, il semble répondre à l'enjeu de réutilisation permettant d'économiser l'effort en favorisant la répétition.

Notre approche présente des aspects similaires dans la mesure où elle a recours à un mécanisme de **mesure de similarité** pour retrouver, par exemple des projets. Chacune des règles de similarité pourrait correspondre à une base de cas d'un système de RàPC ; l'ensemble des règles des règles de similarité correspondrait à un ensemble de système de RàPC.

Une autre différence est que notre système est **actif**, contrairement aux systèmes de RàPC ; notre système envoie des messages aux personnes sans requête préalable.

Nous pourrions imaginer que certaines règles de similarité qui seraient utilisées pourraient éventuellement suggérer la création de systèmes de RàPC.

ANNEXE B : CALCUL DE LA SIMILARITÉ GLOBALE ENTRE LE CAS CIBLE ET UN CAS SOURCE

Entrées : T : cas cible (objet), S : cas source (objet).

Sortie : P : degré de possibilité de ressemblance entre T et S.

Notation : a : nom d'un attribut,

C : nom d'une classe, \check{S}_i : poids de l'attribut a, \check{S}_c : poids de la classe C,

valT,a : valeur de l'attribut a dans le cas cible T, valS,a : valeur de l'attribut a dans le cas source S,

valT,C : valeur de la classe C (objet) dans le cas T, valS,C : valeur de la classe C (objet) dans le cas S,

Class (T) : classe d'appartenance de l'objet T,

$P_a(x,y)$: degré de possibilité de similarité entre les valeurs x et y.

Début

P = 1

PourTout a appartient à la Class(T)

Si a appartient à la Class(S) alors

Si valT,a existe alors

Si valS,a existe alors

$P_a = \min(\max(1 - \check{S}_i, P_a(\text{valT},a,\text{valS},a)), P)$

Sinon

P_a est inchangé

/* $P_a(\text{valT},a,\text{valS},a)=1$ */

FinSi

Sinon

P_a est inchangé

/* $P_a(\text{valT},a,\text{valS},a)=1$ */

FinSi

Sinon

$P_a = \min(1 - \check{S}_i,)$

/* $P_a(\text{valT},a,\text{valS},a)=0$ */

FinSi

FinPourTout

PourTout C appartient Class(T)

Si C appartient Class(S) alors

Si valT,C existe alors

Si valS,C existe alors

$P_a = \min(\max(1 - \check{S}_c, \text{sim_objets_} P_a(\text{valT},C,\text{valS},C)), P_a)$

Sinon

P_a est inchangé

/* $\text{sim_objets_} P_a(\text{valT},C,\text{valS},C)=1$ */

FinSi

Sinon

P_a est inchangé

/* $\text{sim_objets_} P_a(\text{valT},C,\text{valS},C)=1$ */

FinSi

Sinon

$P_a = \min(1 - \check{S}_c, P_a)$

/* $\text{sim_objets_} P_a(\text{valT},C,\text{valS},C)=0$ */

FinSi

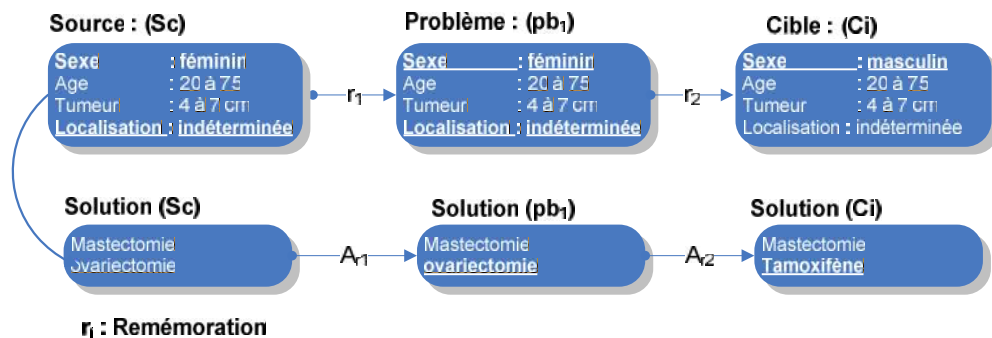
FinPourTout

Retourner P_a

Fin.

Ces deux routines (algorithmes) permettent le calcul de la similarité globale entre le cas cible et un cas source issu de l'étape de filtrage. Le premier, appelé $\text{sim_objets_}P(T,S)$, permet de calculer le degré de possibilité de ressemblance $P(T,S)$ entre le cas cible T et le cas source S.

ANNEXE B : ALGORITHME DE REMÉMORATION



Fonction remémoration (cible)

entrée : Problème cible : le problème à résoudre

sortie : Liste (CheminSimilarité) CS : les chemins de similarité, liant cible à des classes index de problèmes sources

Début

Liste (Problème) déjàParcouru ← ListeVide()

Retourner classificationElastique (cible, déjàParcouru)

Fin

Fonction classificationElastique (pb, déjàParcouru)

entrée : Problème pb : le problème à classer

entrée : Liste (Problème) déjàParcouru : les problèmes déjà parcourus dans la recherche

sortie : Liste (CheminSimilarité) résultat : les chemins de similarité, liant pb à des classes index de problèmes sources

Début

Liste(CheminSimilarité) résultat ← Listevide()

Liste(Couple(Problème, RelationProblèmes)) plusProchesProblèmes ← génèrePlusProchesProblèmes (pb)

PourTout couple dans plusProchesProblèmes **faire**

Si le problème p de couple n'est pas présent dans déjàParcourus **alors**

Ajouter p dans déjàParcourus

/ utilise le test d'instanciation du serveur de connaissances */*

Si p est instance d'une classe index d'un problème source **alors**

Transformer couple en un **CheminSimilarité** à une étape

Ajouter couple dans résultat

FinSi

Liste(CheminSimilarité) reste ← **classificationElastique** (p, déjàParcourus)

PourTout CS dans suite **faire**

RelationProblèmes relation ← *La relation dans couple*

CheminSimilarité nouveau ← **concaténer** (rest, Relation, p)

FinPourTout

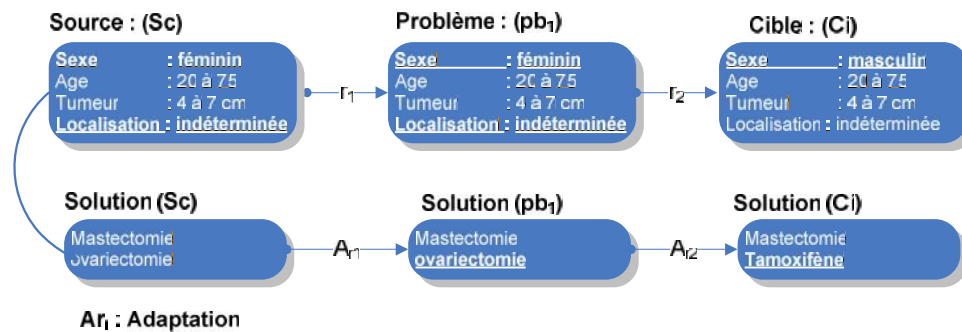
FinFinPourTout

Retourner résultat

Fin

Cette fonction **génèrePlusProchesProblèmes** recherche au sein du modèle des connaissances d'adaptation les relations entre les problèmes applicables au problème pb passé en paramètre et génère les problèmes intermédiaires **pb_i** liés un pb par ces relations. La fonction **concaténer** construit un chemin de similarité à partir d'un chemin de similarité existant (**reste**), en lui ajoutant une relation entre problèmes.

ANNEXE C : ALGORITHME D'ADAPTATION



Fonction adaptation (cheminSimilarité)

entrée : Liste (cheminSimilarité) cheminSimilarité;

/ Les chemins de de similarité liant cible à des classes index de problèmes cibles */*

sortie : Liste(Solution) solutionCible ;

/ Les solutions cibles, construites par adaptation */*

Début

Liste (Solution) solution cible ListeVide()

PourTout CS dans cheminSmilarité **faire**

CheminAdaptation CA construireCheminAdaptation (CA) ;

Solution solution récupérer la dernière solution dans CA ;

Ajouter solution dans solution cible ;

FinPourTout

retourner solutionCible

Fin

Fonction construireCheminadaptation (cheminSmilarité)

entrée : cheminSmilarité **cheminSmilarité:** Un chemin de similarité

sortie : cheminAdapation **cheminAdapation :** Le chemin d'adaptation correspondant à cheminSimilarité

Début

Problème **pb** récupérer le premier problème dans **cheminSmilarité**

/ récupérer la solution du premier problème du chemin càd source, correspond soit à récupérer la solution associée directement à l'individu source, soit à récupérer une instance d la classe de solution à son index */*

solpb récupérer la solution de pb

cheminAdaptation **cheminAdaptation** créer un chemin d'adaptation débutant par solpb

PourTout relationProblèmes **dans** chemiSmilarité **faire**

AdapationSolutions **adaptation** récupérer la fonction d'adaptation en lien avec la relation par une reformulation

Solution sol appliquerAdaptation(adaptation, sol)

cheminAdapation concaténer (cheminAdaptation, adaptation, sol)

solpb sol

FinPourTout

retourner cheminAdapation

Fin

ANNEXE A : FICHE D'ÉVÉNEMENTS

AMDEC : Analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité

Date	Localisation	Responsable	Modes	Effets	Causes	Degré de priorité	Durée de panne
29.11.2010	Base de connaissances	Expert ou responsable de la recherche	Interrogation de la base de connaissances	Requête de recherche de similarité erronée	Pas de coefficients de similarités	Haut	2 h
03.12.2010	Base de connaissances	Technicien de laboratoire	Manque clé de jonction entre la base source et la base cible	Pas de résultats espérés après le lancement de la requête	Mauvaise requête	Moyen	10 min
08.12.2010	Base de connaissances	Ingénieur de laboratoire	Erreur ou mal appréciation des critères de recherche	Résultat de la recherche contient des redondances	Pas de synchronisation entre la base et la source	Moyen	30 min
17.12.2010	Messagerie électronique	Responsable KIM ou pilote	Non retour de la demande de notification	Aucune validation de la demande similarité	Aucune notification	Haut	>5h
20.12.2010	Messagerie électronique	Responsable KIM ou pilote	Non retour de la de rétroaction	Aucune validation de la demande similarité	Aucune rétroaction	Haut	>5h
04.01.2011	Base de connaissances	Chercheur	Adaptation requête similaires	Retour de la requête non adaptée	Routine d'adaptation n'a pas fonctionné	Moyen	1h
07.01.2011	Base de connaissances	Difficilement détectable	Mauvaise appréciation	Impossibilité de détecter des cas de similarités	Coefficient de similarité inadapté ou mal apprécié	Haut	
10.02.2011	Base de données	Détectable que par l'admin. de BD	Recherche d'un cas similaire annoncé	Aucun résultat retourné	Données non formalisées préalablement	Haut	>3h
13.01.2011	Base de domaine	Expert ou responsable de recherche	Rendre réutilisable un projet réutilisé	Aucune information sur la réutilisabilité	Attribut de réutilisation non pondéré	Moyen	>5h

LISTE DES FIGURES

FIGURE 0-1 : ARCHITECTURE MULTINIVEAUX D'UN PROJET DE CONCEPTION	9
FIGURE 0-2 : FLUX D'INFORMATIONS DANS UN PROCESSUS DE RÉOLUTION.....	10
FIGURE 0-3 : STRUCTURATION EN PAQUETAGES DES ÉLÉMENTS DE FRAMEWORK.....	11
FIGURE 1-1 : ICEBERG DE LA CONNAISSANCE	19
FIGURE 1-2 : MODÈLE DES ÉTATS SELON NONAKA ET TAKEUCHI.....	20
FIGURE 1-3 : PONT ENTRE CONNAISSANCES TACITES ET EXPLICITES.....	22
FIGURE 1-4 : MATRICE KM SELON NONAKA ET TAKEUCHI	23
FIGURE 1-5 : ECHANGE D'INFORMATION SUR UNE CONNAISSANCE	26
FIGURE 1-6 : COTEXTE & PÔLES MAJEURS DE L'ENTREPRISE	28
FIGURE 1-7 : BESOINS ET INTÉRÊTS DES ENTREPRISES POUR KM	31
FIGURE 1-8 : PRINCIPAUX FACTEURS DU BESOIN DE KM	33
FIGURE 1-9 : RÉPARTITION DE LA CONNAISSANCE DE L'ENTREPRISE	33
FIGURE 1-10 : FONDEMENTS ET CONTRIBUTIONS DE LA GESTION DE CONNAISSANCES.....	35
FIGURE 1-11 : CYCLE DE VIE DU SAVOIR	37
FIGURE 1-12 : PRINCIPE D'EXPLICITATION DE LA CONNAISSANCE	38
FIGURE 1-13 : CYCLE DE VIE DE LA CONNAISSANCE DANS L'ENTREPRISE	39
FIGURE 1-14 : DOMAINES DE TRAÇABILITÉ DANS KM	40
FIGURE 1-15 : CONTEXTE DE PROJET	40
FIGURE 1-16 : NOTIONS DE CONTEXTE DE LA MÉMOIRE DE PROJET.....	41
FIGURE 1-17 : CLASSE DE CONNAISSANCES RELATIVES À UNE SITUATION	42
FIGURE 1-18 : TÂCHES ET CONNAISSANCES PROPRIÉTAIRES.....	43
FIGURE 1-19 : TYPOLOGIE DE CONNAISSANCES.....	43
FIGURE 1-20 : TÂCHES ET CONNAISSANCES UTILES.....	44
FIGURE 1-21 : TÂCHES ET CONNAISSANCES MISES EN ŒUVRE	45
FIGURE 1-22 : ACTIVITÉ DE CONCEPTION	46
FIGURE 2-1 : COURANTS DE KNOWLEDGE MANGEMENT	54
FIGURE 2-2 : DIMENSIONS DE KNOWLEDGE MANGEMENT	55
FIGURE 2-3 : PROCESSUS DE KNOWLEDGE MANAGEMENT.....	57
FIGURE 2-4 : TECHNOLOGIES ET APPROACHES INFLUENÇANT LA CONSTRUCTION D'UN SKM.....	59
FIGURE 2-5 : FONCTIONS D'INTÉGRATION DU KM.....	60
FIGURE 2-6 : FONCTIONS D'INTER-ACTION DU KM.....	61
FIGURE 2-7 : FONCTIONS DE LIAISON DE KM	62
FIGURE 2-8 : SYSTÈMES DE GESTION DES CONNAISSANCES	63
FIGURE 2-9 : TROIS PERSPECTIVES DÉFINISSANT UNE ACTIVITÉ.....	69
FIGURE 2-10 : MATRICE SAGACE DES POINTS DE VUE DE MODÉLISATION D'UN SYSTÈME	71
FIGURE 2-11 : TROIS ÉLÉMENTS QUI REPRÉSENTENT LES DONNÉES DANS LES VISIONS.....	72
FIGURE 2-12 : TRIANGLE SÉMOTIQUE.....	73
FIGURE 2-13 : PRINCIPAUX ÉLÉMENTS DE LA MÉTHODE IBIS.....	77
FIGURE 2-14 : FORME GÉNÉRALE D'UN SCHÉMA QOC	79
FIGURE 2-15 : ARBRE DE SOLUTION – MÉTHODE DRAMA.....	80
FIGURE 2-16 : MODÈLE D'ARGUMENTATION	81
FIGURE 2-17 : MÉTHODES ET OUTILS DE RECUEIL DES CONNAISSANCES.....	83
FIGURE 2-18 : DOMAINES D'APPLICATION DES MÉTHODES DE CAPITALISATION.	83
FIGURE 2-19 : TECHNIQUES DE RECUEIL DES CONNAISSANCES	83
FIGURE 2-20 : TYPES DE REPRÉSENTATION DES CONNAISSANCES.....	84
FIGURE 2-21 : MODÈLES DE PRODUIT POUR LA RÉUTILISATION DES CONNAISSANCES	87
FIGURE 2-22 : MODÈLE PROCESSUS DE CONCEPTION.....	88
FIGURE 2-23 : RELATIONS ENTRE LES MODÈLES PRODUIT-PROCESSUS	88
FIGURE 2-24 : MODÈLE DE RÉUTILISATION DE CONNAISSANCES SELON LABROUSSE	89
FIGURE 2-25 : RECENSEMENT DU SYSTÈME D'INFORMATION DE L'ENTREPRISE.....	90
FIGURE 2-26 : MODÈLE FBS-PPR DE RÉUTILISATION DE CONNAISSANCES DE M. LABROUSSE	92
FIGURE 3-1 : NOYAU CONCEPTUEL DU MODÈLE GALCON	96
FIGURE 3-2 : STRUCTURE DE L'ENTREPRISE INTELLIGENTE.....	98
FIGURE 3-3 : ÉVOLUTION DE RENDEMENT SUIVANT LA SYNERGIE COLLECTIVE	101
FIGURE 3-4 : LES SEPT OBSTACLES DE LA RÉUTILISATION DE CONNAISSANCES	102
FIGURE 3-5 : CYCLE DE TRANSPORT DE CONNAISSANCES.....	105

FIGURE 3-6 : APPROCHE POUSSÉE : PAS DE RÉUTILISATION AVANT LA FORMALISATION	106
FIGURE 3-7 : APPROCHE POUSSÉE : APRÈS UN CERTAIN TEMPS D'UTILISATION	106
FIGURE 3-8 : APPROCHE TIRÉE - TOUTES LES CONNAISSANCES SONT RÉUTILISABLES	107
FIGURE 3-9 : RÉPARATION DE CONNAISSANCES DANS UNE COMMUNAUTÉ DE PRATIQUE	110
FIGURE 3-10 : SITUATION EN COURS ET SITUATIONS PASSÉES	112
FIGURE 3-11 : CARRÉ D'ANALOGIE	113
FIGURE 3-12 : PROCESSUS DE LA SIMILARITÉ BASÉ SUR LA DISTANCE A. TVERSKY	114
FIGURE 3-13 : CYCLE DES ÉTAPES DU RAISONNEMENT À PARTIR DE CAS - RÀPC	114
FIGURE 4-1 : INTÉGRATION DU MODÈLE GALCON DANS LE PROCESSUS SKM DE L'ENTREPRISE	119
FIGURE 4-2 : ORGANIGRAMME DU MODÈLE GALCON	120
FIGURE 4-3 : FLUX INTERNE DE L'ENVIRONNEMENT GALCON	121
FIGURE 4-4 : GALCON EN INTERACTION AVEC LES COMPOSANTES DU SYSTÈME	123
FIGURE 4-5 : INTERACTIONS POUR LA DÉFINITION DES RÈGLES DE NOTIFICATION	125
FIGURE 4-6 : LES DONNÉES DES RÈGLES DE NOTIFICATION	126
FIGURE 4-7 : CRÉATION DE LA LISTE A COMPARER	127
FIGURE 4-8 : DIFFÉRENTS FORMALISMES DE RÉOLUTION DU PROBLÈME	129
FIGURE 4-9 : ÉTAPES DU RÀPC DIRIGÉ PAR LES CONNAISSANCES	130
FIGURE 4-10: RÉUTILISATION DE CONNAISSANCES BASÉE SUR LE MÉCANISME RÀPC	132
FIGURE 5-1 : CONSTRUCTION D'UN RÉFÉRENTIEL D'UNE SYNTHÈSE DE RECHERCHE A L'IPM	140
FIGURE 5-2 : RÉFÉRENTIELS ET CONTEXTE D'UNE DÉMARCHE DE RECHERCHE À L'IPM	140
FIGURE 5-3 : CYCLE DE VIE D'UN RÉFÉRENTIEL EN MÉDECINE FACTUELLE	142
FIGURE 5-4 : CYCLE DE VIE D'UN RÉFÉRENTIEL EN MÉDECINE FACTUELLE	143
FIGURE 5-5 : RÉFÉRENTIEL POUR LE TRAITEMENT DU CANCER DU SEIN	144
FIGURE 5-6 : PROCESSUS D'UNE REPRÉSENTATION MULTIPOINTS DE VUE	145
FIGURE 5-7 : ASSOCIATION ENTRE UNE THÉMATIQUE DE RECHERCHE ET LES PATIENTS	146
FIGURE 5-8 : ORGANISATION HIÉRARCHIQUE D'UNE UNITÉ DE RECHERCHE À L'IPM	149
FIGURE 5-9 : STRUCTURE DE DÉPARTEMENT DE RECHERCHE DE L'IPM	150
FIGURE 5-10: ONTOLOGIE DE DOMAINE DE CONNAISSANCES DANS LA RECHERCHE À L'IPM	151
FIGURE 5-11 : DISTANCE ONTOLOGIQUE	152
FIGURE 5-12 : PROCESSUS DE RÉUTILISATION LORS D'UNE RECHERCHE - RAPPORT D'EXPÉRIENCE	153
FIGURE 5-13 : DIAGRAMME DE CLASSES ET D'OBJETS D'UN LABORATOIRE	155
FIGURE 5-14: ÉLÉMENTS DU DIAGRAMME DE CLASSES D'UN LABORATOIRE DE RECHERCHE	156
FIGURE 5-15 : CAS REPRÉSENTANT UNE INSTANCIATION DU DIAGRAMME DE CLASSES	157
FIGURE 5-16: CAS SOURCES PRÉSENTS DANS LA BASE DE CAS	158
FIGURE 5-17: DIAGRAMMES DE CLASSES DES CAS CIBLES	159
FIGURE 5-18: EXTRAIT DU PROCESSUS DE RÉUTILISATION LORS D'UNE RECHERCHE	161
FIGURE 6-1 : PERCEPTION DES DIFFÉRENTES ÉTAPES DE L'ANOMALIE	169
FIGURE 6-2 : TYPOLOGIE DES DÉFAILLANCES	170
FIGURE 6-3 : SYNTHÈSE GRAPHIQUE D'AMDEC	174
FIGURE 6-4 : RÉPARTITION DES COÛTS	175
FIGURE 6-5 : SYNTHÈSE DE LA RÉPARTITION DES COÛTS D'INFRASTRUCTURE	177
FIGURE 6-6 : RÉPARTITION DES CENTRES DES COÛTS	178

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1-1 : HIÉRARCHIE DE LA CONNAISSANCE	17
TABLEAU 1-2 : PYRAMIDE DE LA CONNAISSANCE.....	20
TABLEAU 2-1 : TABLE DE DÉCISION	80
TABLEAU 3-1 : APPROCHES TIRÉE ET POUSSÉE	104
TABLEAU 5-1 : FONCTIONS DE SIMILARITÉ POUR CALCULER LES PONDÉRATIONS	162
TABLEAU 5-2 : VALEURS DE PONDÉRATION DES CAS CIBLES	163
TABLEAU 5-3 : RÉSULTATS DES DEGRÉS DE SIMILARITÉ ET DE COMPATIBILITÉ	165
TABLEAU 5-4 : SOLUTIONS APRÈS ADAPTATION SELON PARETO OPTIMUM	166
TABLEAU 6-1 : EXTRAIT DE FICHE D'ÉVÉNEMENTS DES DÉFAILLANCES PROBABLES	170
TABLEAU 6-2 : ANALYSE DES DÉFAILLANCES	171
TABLEAU 6-3 : DÉFAILLANCES DE FONCTIONNEMENT PROBABLES.....	171
TABLEAU 6-4 : ANALYSE SYNTHÉTIQUE DE L'AMDEC – GALCON.....	171

LISTE DES ÉQUATIONS

ÉQUATION 3-1: PRINCIPE DE LA SYNERGIE COLLECTIVE	101
ÉQUATION 3-2 : MESURE DE LA SIMILARITÉ COGNITIVE	111
ÉQUATION 3-3 : MESURE DE LA SIMILARITÉ BASÉE SUR LA DISTANCE OU DISTANCE EUCLIDIENNE	111
ÉQUATION 3-4 : FONCTION DE SIMILARITÉ DE TYPE « PROCHE DE »	115
EQUATION 5-1: FORMULE DE BAYS.....	148

LISTE DES ABRÉVIATIONS

AMDEC	Analyse des Modes de Défaillance de leurs Effets et de leur Criticité
AST	Agreed service time (<i>temps de service convenu</i>)
CBR	Case-based reasoning (raisonnement à partir des Cas)
DBA	Data Base Administrator (gestionnaire de la base de données)
DIPA	Données, Interprétations, Propositions, Accord
DT	Down Time (<i>durée d'interruption du service</i>)
EBM	Evidence-Based Medicine- EBM
FMD	Fiabilité, Maintenabilité et Disponibilité
Galcon	Galaxy Consulting
GC	Gestion de connaissances
IC	Ingénierie de connaissances
IPM	Institut Pasteur Maroc
KM	Knowledge Management
MTBF	Somme des Temps de Bon Fonctionnement
MTTR	Mean Time To Repair (temps moyen pour réparer)
OMG	Object Management Group
RàPC	Raisonnement à partir des Cas
RCP	Réunions de concertation pluridisciplinaires
SGDT	les systèmes de gestion des données techniques
SKM	Système de Knowledge management
SI	Système d'information
TCO	Total Cost Ownership (<i>Coût total de possession</i>)
TCAO	Travail collaboratif assisté par ordinateur
UML	Unified Modeling Language

RÉSUMÉ DE LA THÈSE

Dans le but de proposer une démarche méthodologique pour la construction d'un modèle permettant de réutiliser la mémoire de projet de l'entreprise, nous avons analysé plusieurs méthodes de capitalisation de connaissances présentes dans la littérature. Certaines de ces méthodes ont été conçues pour aider à la définition d'une mémoire de projet d'une organisation. D'autres sont plus globales. Il s'agit donc de proposer un ensemble de modèles dédiés à la réalisation d'une mémoire de projet de telle sorte que celle-ci réponde à au moins deux besoins identifiés des concepteurs en situation de réutilisation pour accéder aux résultats des projets passés et à la logique de conception qui a conduit à la conception du produit ou du service. En fait, il s'agit de remonter dans l'historique de réalisation pour tracer et pour comprendre les choix d'arguments acceptés ou rejetés par les designers pendant les étapes de conception. Cette traçabilité devient, en plus, une exigence pour des étapes de qualité.

Le modèle que nous proposons de construire traite de tous les aspects d'un projet de mémoire d'entreprise tant au niveau contextuel qu'au niveau logique conceptuelle. C'est dans ces axes : réutilisation, capitalisation, modélisation contextuelle et conceptuelle de la mémoire d'un projet que s'insère notre problématique. C'est pourquoi nous avons exploré une nouvelle voie visant à stimuler la réutilisation et l'échange de connaissances de l'expert directement entre les intervenants dans un projet de l'entreprise. Une modélisation des connaissances selon leur contexte de possession, d'utilisation et de mise en œuvre a été définie afin d'évaluer l'opportunité des échanges de connaissances vis-à-vis des objectifs de l'entreprise.

Pour supporter le modèle proposé, nous avons mis en place une démarche permettant d'envoyer des messages aux personnes lorsqu'il détecte que des connaissances des projets passés peuvent être réutilisées dans le cadre d'un projet en cours. Cette détection est basée sur des règles de similarité permettant de définir quand il existe, pour un projet en cours, des connaissances réutilisables d'un projet passé. Chaque règle spécifie, de façon générique pour une classe de tâches (conception d'un produit ou d'un service), les caractéristiques existantes du Système d'informations utilisées pour évaluer la similarité entre les contextes d'utilisation de connaissances ; ces caractéristiques servent de paramètres à la fonction générique de mesure de similarité que nous avons définie.

Afin de valider nos modèles, nous avons finalement mis en place un prototype nommé « Galcon » permettant l'archivage et la réutilisation des éléments de la mémoire de projet. Ce formalisme offre des fonctionnalités permettant l'accès aux données selon le besoin des différents acteurs de la mémoire de projet. Nos modèles ont été mis en œuvre par l'Institut Pasteur de Casablanca, au Maroc. Ceci nous a permis de les tester et d'apprécier leurs capacités d'adaptation. Un ensemble de perspectives a été tracé comme la définition d'un profil dédié à la mémoire de projet, la finalisation du développement de l'application et son adaptation.

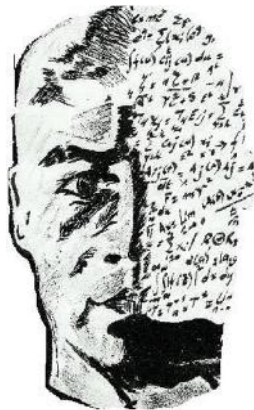
MOTS-CLÉS :

Réutilisation de connaissances – transport de connaissances - Similarité mathématique – raisonnement à partir de cas – Règle à Partir de Cas - analogie — mémoire de projet.

GALCON

Thèse présentée conjointement avec
L'Ecole de Management et de Communication
et la Business School Lausanne

Modélisation et réutilisation de la mémoire de l'entreprise



*« L'ennemi de la connaissance n'est pas l'ignorance
mais le fait qu'on croit savoir. »*

Confucius